

Lauri Kylliäinen

AUTOCADIN KÄYTTÖ KONVERSIOPERUSSUUNNITTELUSSA

Tuotantotalouden koulutusohjelma

2012

AUTOCADIN KÄYTTÖ KONVERSIOPERUSSUUNNITTELUSSA

Kylliäinen, Lauri
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Toukokuu 2012
Ohjaaja: Aarnio, Ulla tuntiopettaja
Sivumäärä: 52

Asiasanat: laivanrakennus, perussuunnittelu, konversio, AutoCAD

Työssä on kysymys jo valmiiden laivojen muuntamisesta asiakkaiden toiveiden mukaisiksi. Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvata konversioperussuunnittelun teoriaa yleisesti ja suunnittelijan näkökulmasta. Teoriaosuuden jälkeen tutkimuksessa keskityttiin ongelmakohtien löytämiseen suunnittelussa ja suunnittelijan työn tehostamiseen. Tutkimuksen tavoitteena oli antaa selkeä kuva AutoCAD-ohjelman käyttämisestä konversioperussuunnittelua tehdessä.

Tutkimuksen teoriaosuudessa selvitettiin, miten eri suunnitteluvaiheet etenevät ja mitä asioita vaiheet sisältävät. Lisäksi teoriaosuudessa kuvattiin, mitä konversio tarkoittaa laivanrakennuksessa ja miten konversioperussuunnittelu eroaa uudislaivan perussuunnittelusta. Konversioprojektien luonnetta pyrittiin avaamaan syvemmin todellisten esimerkkilaivojen konversioita kuvaamalla.

Tutkimuksessa pyrittiin etsimään ratkaisuja suunnittelijan työn ongelmakohtiin konversioperussuunnittelussa sekä helpottamaan työtä antamalla kehitysideoita AutoCAD-ohjelmaan. Usein ongelmien lähde oli huono tiedonsaanti ja lähdepiirustusten huono saatavuus. Suunnittelijan työn ongelmia pyrittiin ratkaisemaan haastattelujen pohjalta ideoimalla. Työn tilaajalla oli toive saada ohjeistus olemassa olevalle profiili- ja läpivientikirjastolle. Lisäksi profiili- ja läpivientikirjastoihin ideoitii kehityskohteita.

USE OF AUTOCAD IN CONVERSION BASIC DESIGN

Kylliäinen, Lauri

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Industrial Management

May 2012

Tutor: Aarnio, Ulla MSc

Number of pages: 52

Keywords: shipbuilding, basic design, conversion, AutoCAD

This study is about modifying old ships according to clients' specifications. Purpose of this study was to describe the conversion basic design theory in general and from the point of view of a designer. After the theory part the study focused on discovering problems in design work and enhancing the work of the designer. Aim of this study was to give a clear picture of using the AutoCAD program while making conversion basic design.

The theory section of the study examined how the various design steps are progressing and what issues they include. In addition, the theoretical part describes what the conversion means in shipbuilding, and how basic design for conversion differs from a new build basic design. Nature of the conversions was opened up in more detail by descriptions of real examples.

The study aimed to find solutions to problems in the work of the designer in conversion basic design and to facilitate their work by giving ideas for the development of AutoCAD program. Often the source of problems was poor access to information and lack of existing drawings. The problems in the designer's work were approached with ideas generated on the basis of interviews. The client of the study wished to get instructions for an existing profile and cutout library. Development projects were innovated additionally for profile and cutout libraries.

ALKUSANAT

Tämä työ on tehty Deltamarin Oy:n Rauman toimistolle. Tutkimuksen tarkoituksena oli kuvata konversioperussuunnittelun prosessi ja yksittäisen suunnittelijan toimenpiteet suunnittelussa sekä ideoida kehityskohteita AutoCAD-ohjelmaan ja suunniteluohjeisiin. Haluan kiittää työn valvojana toiminutta Rauman runko-osaston esimiestä Juha Valtasta, työn ohjaajana toiminutta tuntiopettaja Ulla Aarniota sekä tutkimukseen haastateltuja suunnittelijoita.

Raumalla 1.5.2012

Lauri Kylliäinen

TERMILUETTELO

Detail-malli	Valmistussuunnitteluun olennaisesti kuuluva työnosa, jossa tehtävästä uudisrakennuslaivasta tehdään tarkka 3D-näköismalli.
Pdf-tiedosto	Piirustuksista tehdään usein helppokäyttöinen ja kevyt pdf-tiedosto. Tiedostoon on helppo lisätä korjausmerkkejä, mutta piirustuksen sisällön muokkaaminen ei onnistu.
Luokituslaitokset (tai luokat)	Ne ovat riippumattomia toimijoita, jotka valvovat, että laivat rakennetaan ennalta määrättyjen sääntöjen mukaan ja laivojen kunnosta pidetään huolta meriturvallisuuden takaamiseksi (Alanko 2007a, 19).
CAD (Computer-Aided Design)	Tarkoittaa tietokoneavusteista suunnittelua, mikä käytännössä kattaa nykypäivänä kaiken insinööri- ja arkkitehtisuunnittelun.
Kronodoc	On nykyisin lähes välttämätön ohjelmisto dokumenttien hallintaan.
DeltaDoris	On Deltamarinin oma nimi Kronodoc-pohjaiselle dokumenttienhallintaohjelmistolle.
FPSO-alus	(englanniksi Floating production, storage and offload unit) Öljyn- ja kaasuntuotantoon rakennettu tuotantoalus, joka kykenee tuottamaan, varastoimaan ja purkamaan nesteytettyä kaasua, öljyä ja öljyjalosteita (Wikipedia 2012).
Ro-Ro-alus	Laiva, johon kuormaus tapahtuu aluksen sivusta, perästä tai keulasta rullaten, eikä sen lastaamisessa tarvita nosturia. Ro-ro-lyhenne tulee englannin kielen sanoista 'roll on roll off' (Alanko 2007b, III-2)

Dwg-tiedosto	AutoCADin piirustuksissa käyttämä tiedostotyyppi.
PLSV	(engl. Pipe laying support vessel) Putkenlaskussa käytetty alus, jota käytetään ensin putkiston rakentamiseen ja sitten putken laskemiseen (4-traders 2012).
Offshore	Termi tarkoittaa alaa, jossa porataan esiin merenalaisia öljy- ja kaasuvarantoja. Myös merellä toimivat tuulivoimalat kuuluvat offshore-alaan.
DP	(englanniksi Dynamic Positioning) Teknologia, jossa alus pidetään paikoillaan määritellyssä sijainnissa tuulen, aallokon, vuoroveden ja virtojen voimia vastaan käyttäen omaa propulsio- ja ohjailujärjestelmiä (White 2011, 9).
Azimuth potkurilaitteisto	Ryhmä laivapotkureita, jotka voidaan kaikki kääntää 360° pystyakseleidensa ympäri, jolloin laivassa ei tarvita peräsintä. Nämä antavat alukselle paremman ohjattavuuden kuin kiinteä potkuri- ja peräsinjärjestelmä. (Rolls-Royce 2012, 9-11.)
Propulsio	Laivan käyttövoimaa kuvaava termi eli minkä voimalla laiva liikkuu. Propulsioon kuuluvat mm. dieselmoottori, kaasuturbiini, höyrykoneet ja purjeet.
Stinger	Stinger on putkenlaskualuksissa apurakenne esim. laivan perässä. Stinger ohjaa putken oikeassa asennossa vesistön pohjaan.
Klipsi	Klipsi on pieni tukilevy profiilin ja levyn välissä, jolla on tarkoitus joko tiivistää läpivienti vesitiiviiksi, tai ei-vesitiiviissä levyssä vain tukea rakennetta. Klipsin käyttö ei ole aina tarvittavaa.

General Arrangement	(tai GA) on laivan yleisjärjestelypiirustus, jossa esitetään laivan tilojen jakaminen, päämitat ja -rakenteet.
Laipio	Laivan ”seiniä” kutsutaan laipioiksi. Laipiot koostuvat yhdestä tai useammasta yhteen liitetystä teräslevystä.
Layer	AutoCADissa käytettävä taso, johon erityyppiset viivat tehdään. Layerin valitseminen ennen piirtämistä tekee viivan heti halutunlaiseksi.
Linjapiirustus	Piirustus, jossa näytetään laivan päälinjat, ts. laivan ääri-viivat kyseisellä linjalla. Poikkisuuntaan näytetään kaari-kaarelta eli vajaan metrin välein. Pituussuunnista ja kansista näytetään tärkeimmät linjat eli kaikista merkittävimmistä kansikorkeuksista ja laipiolinjoista.

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

ALKUSANAT

TERMILUETTELO

1	JOHDANTO.....	10
1.1	Deltamarin Oy.....	10
1.2	Tutkimuksen tavoitteet	10
1.3	Tutkimuksen rajaus.....	10
1.4	Tutkimusmenetelmät	11
2	UUDEN LAIVAN SUUNNITTELUPROSESSI.....	11
2.1	Yleistä suunnitteluprosessista	11
2.2	Tavalliset suunnitteluvaiheet uudisrakennuksessa.....	13
2.2.1	Konseptisuunnittelu.....	13
2.2.2	Perussuunnittelu	14
2.2.3	Valmistussuunnittelu.....	17
3	KONVERSIOPERUSSUUNNITTELU	18
3.1	Yleistä laivakonversioista	18
3.2	Konversioprojektin etenemisprosessi	21
3.3	Esimerkki toteutuneesta konversiosopimuksesta.....	22
3.3.1	Deltamarinissa tehty konversioprojekti.....	23
4	KONVERSIOPERUSSUUNNITTELUN ETENEMINEN SUUNNITTELIJAN NÄKÖKULMASTA	26
4.1	Lähtötilanne	26
4.2	Suunnittelijan toimenpiteet ja suunnittelun eteneminen.....	27
4.3	Projektin etenemisen seuranta	31
4.4	Suunnittelijan konversioperussuunnittelussa kohtaamia ongelmia	32
4.5	Suunnittelijan muistilista	33
5	DYNAAMISEN PROFIILI- JA LÄPIVIENTIKIRJASTON KÄYTTÖ AUTOCADISSÄ.....	34
5.1	Yleistä kirjastoista.....	34
5.2	Dynaamisten kirjastojen avaaminen	35
5.3	Profiilikirjasto	35
5.3.1	Yhden tai useamman profiiliblokin lisääminen piirustukseen	39
5.3.2	Usean profiilin lisääminen kaarevalle viivalle	40

5.4	Läpivientikirjasto	42
6	SUUNNITTELUMENETELMIEN KEHITTÄMINEN	45
6.1	Profiilien päiden lisääminen pikakuvakkeesta.....	45
6.2	Polviokirjasto	46
6.3	Tarve yksinkertaiselle lujuuslaskentaohjelmalle	46
6.4	Profiilien suuntaaminen useita profiileja kerralla sijoitettaessa	47
6.5	Profiilien poikkileikkauksen esittäminen todellisen kokoisena.....	48
7	YHTEENVETO	49
	LÄHTEET.....	51

1 JOHDANTO

1.1 Deltamarin Oy

Työn tilaajana on tämänhetkinen työnantajani Deltamarin Oy, joka toimii suunnittelutoimistona laivanrakennusallalla. Deltamarinilla on Suomessa kolme toimistoa: Helsingissä, Raisiossa ja Raumalla, jossa itse työskentelen. Lisäksi Deltamarin omistaa toimistoja tai osia niistä muualla Euroopassa ja Aasiassa. Yhtiön liikevaihto vuonna 2010 oli noin 29 miljoonaa euroa. Työntekijöitä Suomessa on 251 (vuonna 2010), joista Raumalla työskentelee noin kolmekymmentä (Deltamarin Oy 2010c). Rauman toimistolla on kolme osastoa: sähkö-, kone- ja runko-osasto, jossa itse työskentelen ja jolle tämä tutkimus tehdään. (Deltamarin Oy 2010a.)

1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Työni tavoitteena on tehdä ohjeistus, miten konversioperussuunnittelutyö saadaan tehtyä nopeasti, vähin kustannuksin ja mahdollisimman virheettömästi. Selostan, miten työtä tehdään nykyisin ja selvitän miten työtapoja voisi parantaa. Mahdolliset kehityskohteet ovat suunnitteluohjeiden päivitys sekä blokkien ja attribuuttien lisääminen AutoCAD-ohjelmaan. Työn tilaajalla on myös toive saada käyttöohje olemassa olevalle profiili- ja läpivientikirjastolle.

1.3 Tutkimuksen rajaus

Tämä tutkimus rajataan koskemaan Deltamarinin runkosuunnittelua ja käytettäviä suunnittelumenetelmiä. Teoriaosiossa otetaan huomioon laivanrakennusalan koko suunnittelu.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytetään laadullista menetelmää ja tutkimusmenetelmiksi valitaan primäärisesti haastattelututkimus, sekundäärisesti pöytälaatikkotutkimus. Tutkittavaa aihetta lähestytään ensin etsimällä tietoa yleisesti laivan suunnittelusta ja olemassa olevista suunnittelutavoista. (Wikipedia 2010a.) Tämän vaiheen jälkeen keskitytään laivakonversioihin. Tarpeeksi kattavan aineiston kokoamisen jälkeen haastatellaan kokeneita laivanrakennusalaalla toimivia suunnittelijoita ja heidän esimiestään.

2 UUDEN LAIVAN SUUNNITTELUPROSESSI

2.1 Yleistä suunnitteluprosessista

Vuosikymmenien saatossa vanhat piirustuslaudat ovat hävinneet toimistoista, ja työ tehdään nykyisin kokonaan tietokoneella ja sopivalla ohjelmistolla. Suunnitteluaineiston luonti, dokumentointi ja jakelu edellyttävät yritykseltä hyvää ATK-järjestelmää. ATK-järjestelmän avulla pitää pystyä hallitsemaan samanaikaisesti suunnittelun eteneminen aikataulun mukaan, hyväksytystilanne ja materiaalihankinnat – kaikki edellä mainittu budjetin rajojen sisäpuolella.

Suunnittelu on yleensä järjestetty ammattiryhmäkohtaisesti: teräs- (runko-), kone-, varustelu-, sähkösuunnittelu. Tämän takia suunnitteluprosessissa on mukana monttelakan sisäistä sidosryhmää. Suunnittelulta edellytetään joustavaa ja yhteistyökykyistä toimintaa, koska suunnitelmia tehdään samaan aikaan eri osastoilla. Sisäisen tiedonkulun eri osastojen välillä tulee olla nopeaa. Kehittynyt tietotekniikka on tärkeässä osassa suunnitteluprosessissa.

ATK-työskentelyn lisääntymisen lisäksi suunnittelijan työ vaatii yhä enemmän sosiaalisia taitoja. Keskustelutaito, ammatillinen valmius, projektityön osaaminen, huolellisuus ja paineensietokyky ovat kaikki nykyään suunnittelijalta vaadittavia ominaisuuksia. Koulutuksen tarve on myös kasvanut; uudet säännöt ja määräykset sekä ke-

hittyvät tuotantomenetelmät edellyttävät jatkuvaa koulutusta. Myös CAD-ohjelmat kehittyvät ja uusiutuvat aika ajoin, ja vaativat näin ollen yritystä tekemään investointeja ja kouluttamaan työntekijöitään.

Työn ohjauksen ja ohjeistuksen on seurattava alan muutoksia ja se vaatii suunnittelulta resursseja kehitystyöhön osana suunnitteluprosessia. Ohjeiden, standardien ja piirustusten päivitys vie paljon aikaa ja monesti virheitä toistetaan, kun asiakkaalta saatua palautetta ei ole vielä päivitetty ohjeisiin. Hyvä palautejärjestelmä kuuluu merkittävänä osana suunnitteluprosessiin, ja palautejärjestelmän kehittämisessä on varmasti varaa kaikilla telakkateollisuuden suunnittelussa toimivilla.

Suunnitteluprosessin toteutus riippuu telakan valitsemasta strategiasta. Työ voidaan joko tehdä kokonaan itse omalla suunnitteluhenkilöstöllä tai työ voidaan omien resurssien riittävyydestä riippuen hankkia erikoistuneilta suunnittelutoimistoilta. Telakka voi vaihtoehtoisesti hankkia kokonaisuuksia avaimet käteen -periaatteella, milloin tilaus kattaa tietyn osan materiaalin, suunnittelun ja asennuksen eikä telakan suunnittelun tarvitse tehdä valmistuspiirustuksia. Useimmissa laivaprojekteissa telakan tahtona on tehdä suurin osa perussuunnittelusta itse, koska telakan omaa tietotaitoa halutaan ylläpitää ja tärkeimmät ratkaisut tehdään tässä vaiheessa. Osa valmistus-suunnittelua on yleensä teetetty alihankintana suunnittelutoimistoilla, koska telakan suunnittelukapasiteetin kuormitushuiput tasataan alihankinnalla. Alihankinnan onnistumisen takaamiseksi, telakalla tulee olla hyvä alihankkijaverkosto, joka pystyy autamaan ja uudistamaan toimintaansa telakoiden uudistumisen myötä. Alihankkijoiden tulee pystyä tuottamaan aineistoa, joka sopii suoraan telakan tarpeisiin.

Koko suunnitteluprosessin tuloksena syntyneet piirustukset, työohjeet ja osaluettelot annetaan työnsuunnittelun kautta tuotantoon. Työnsuunnittelussa tehdään työedellytysten varmistus ja annetaan materiaalin keräilypyynnöt varastolle. Työnsuunnittelu on eri telakoilla omassa asemassaan tehtäviensä ja organisatorisen sijaintinsa puolesta, mutta jokaiselta telakalta löytyy työnsuunnittelu.

2.2 Tavalliset suunnitteluvaiheet uudisrakennuksessa

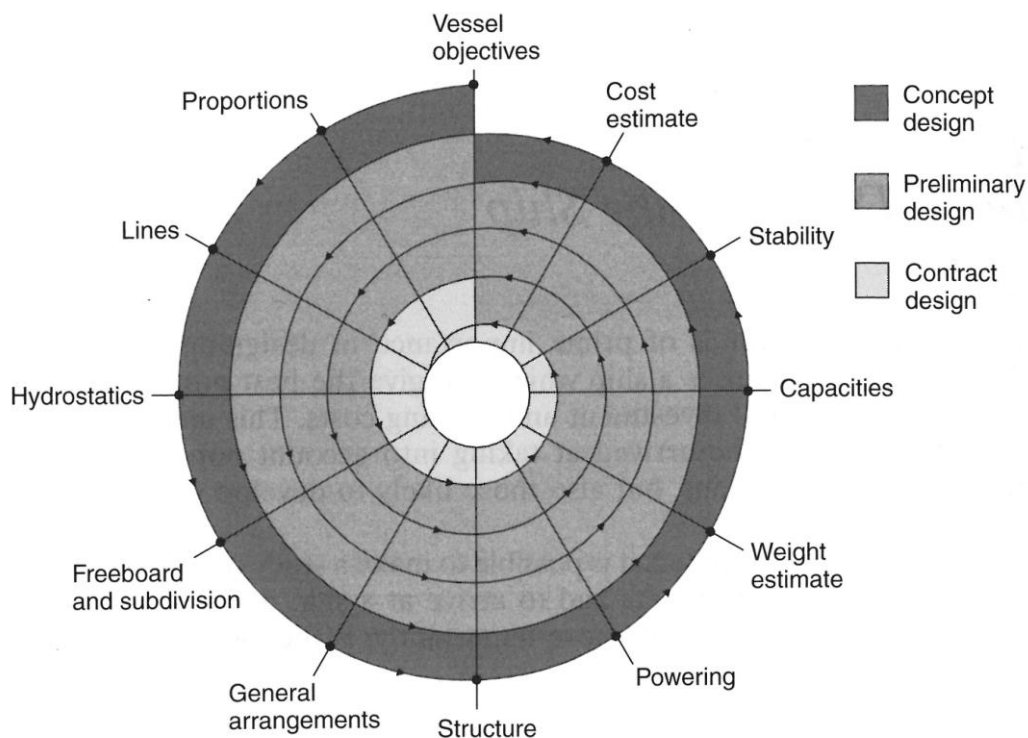
Uuden aluksen suunnittelu jakaantuu kolmeen päävaiheeseen: konsepti-, perus- ja valmistussuunnitteluun. Suunnitteluprosessi etenee aikajärjestyksessä samalla tavalla kuin edellä on mainittu.

2.2.1 Konseptisuunnittelu

Myyntivaiheeseen kuuluvalla konseptisuunnittelulla (tai projektisuunnittelulla) tarkoitetaan laivan suunnitteluvaihetta ennen laivasopimusta, minkä tavoitteena on saada tekninen aineisto tilaajaneuvotteluja ja sopimusta varten. Konseptivaiheessa laaditaan suuntaviivat laivan yleisjärjestelylle ja pääominaisuuksille, mitkä perustuvat asiakkaan vaatimuksiin ja kokemuseräiseen mitoitustietämykseen. Kriittisistä kohteista, esim. konehuoneesta, tehdään erillisselvitykset. Konseptisuunnittelun tuloksena ovat dokumentit yleisjärjestelystä ja erittelystä. Kuvassa 1 on esitetty, miten konseptisuunnittelusta päästään sopimusvaiheeseen palaamalla samoihin osa-alueisiin useasti. (Skytte 2000, 34-1.)

Tyypillinen konseptisuunnittelun toimitussisältö:

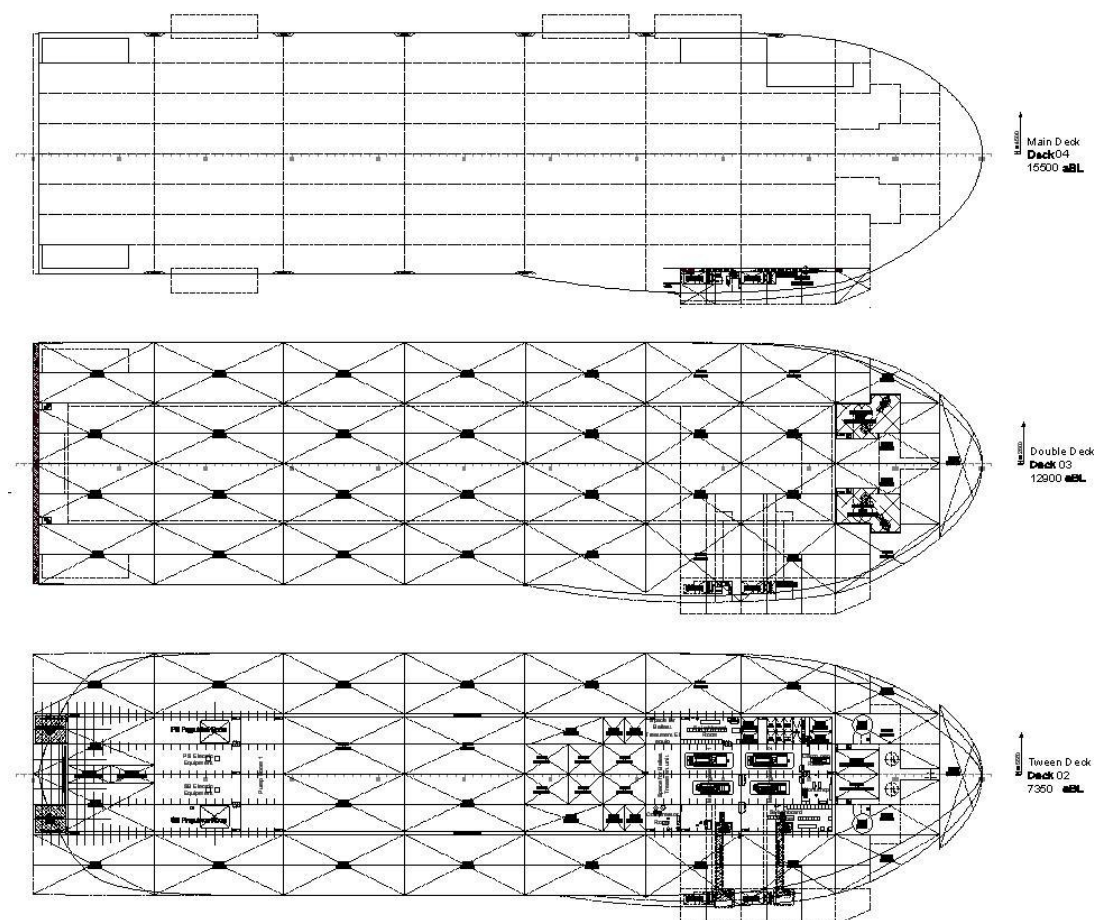
- Yleisjärjestely
- Runkomuoto ja hydrostatiikka
- Painoarvio
- Tehoennuste
- Vakavuusarvio
- Lyhyt erittely
- 3D-Malli.



Kuva 1. Laivan suunnitteluspiraali (Eyres 2007, 4).

2.2.2 Perussuunnittelu

Perussuunnittelu aloitetaan viimeistään laivasopimuksen teon jälkeen. Laivan projektisuunnittelussa syntynyt sopimusaineisto, johon sopimuksen lisäksi kuuluu erittely liitteineen, toimii perussuunnittelun lähtötietona. Perussuunnittelu kestää neljästä kuuteen kuukautta, minkä aikana laivan yleisjärjestely kuvassa 2, järjestelmien, tilojen ja rungon suunnittelu hyväksytetään tilaajalla, viranomaisilla ja luokituslaitoksella. Edellä mainittujen lisäksi hyväksytetään rungon materiaalit ja järjestelmien laitteet. Perussuunnitteluvaiheessa syntyy, hieman laivasta ja piirustushierarkiasta riippuen, noin 200 piirustusta. (Kosola 2000a, 35-1.)



Kuva 2. Osa laivan yleisjärjestelyä (DeltaDoris 2010).

Perussuunnitteluvaiheen aikana määritellään laivan periaatteellinen rakennustapa, alue- ja lohkojako sekä aikataulut, laaditaan työpiirustusluettelot ja hankintasuunnitelmat. Valmistussuunnitteluvaihetta varten tehdään resurssivaraukset. Perussuunnitteluvaiheen aikana on tärkeää hallita sisäinen tiedonsiirto, etenkin muutoshallinnan osalta. (Kosola 2000a, 35-1.)

Eri suunnitteluosastoissa laaditut piirustusluettelot avustavat suunnittelutyön hallinnassa. Piirustusten valmistuminen ajoitetaan niiden valmistumisen tarpeen perusteella. Jokaiselle piirustukselle valitaan tekijät eli yksittäiset suunnittelijat ja vastuuhenkilöt, jotka tarkastavat ja hyväksyvät suunnitelmat suunnittelutoimistossa ja telakalla. Tällä tavalla varmistetaan, että jokaiselle piirustukselle on nimetty tekijä ja vastuuhenkilö, joka vastaa suunnitelman aikataulusta ja että aineisto on tarkastettu osastolla ennen edelleen lähettämistä. (Kosola 2000a, 35-1.)

Suunnitteluprosessiin oleellisesti kuuluva osa on tehtyjen suunnitteluaineistojen hyväksyttäminen, mikä tehdään perussuunnittelun aikana. Laivan tilaaja eli varustamo, luokituslaitos ja viranomaiset saavat suunnittelusta vastaavalta taholta aineiston, joka tarkastetaan ja hyväksytään. Useimmiten hyväksyminen edellyttää uudelleensuunnittelua, tehdään muutoksia alkuperäiseen lähdeaineistoon ja annetaan lisäselvityksiä. Perussuunnittelupiirustukset sisältävät viranomaisten ja luokituslaitoksen edellyttämät perusmitoitukset sekä asiakasta enemmän kiinnostavat periaateratkaisut rungon rakenteesta. (Kosola 2000a, 35-1.)

Perussuunnittelu toteutetaan CAD-ohjelmistoilla, joista Deltamarinilla käytetään yleensä AutoCAD-ohjelmistoa. Dokumentoinnissa voidaan käyttää esim. skanneria, jolla palaverissa syntynyt muistio tallennetaan sähköiseen muotoon. Deltamarinilla käytetään jakelussa Kronodoc-pohjaista DeltaDoris-ohjelmaa, jonne muistio voidaan tallentaa kaikkien laivaprojektissa mukana olevien nähtäville.

Materiaalien hankinnan suunnittelu on yksi oleellisimmista osista perussuunnittelussa. Tarvittavat lähtötiedot saadaan materiaalitoimittajalta, jolloin koko suunnittelun onnistuminen on kiinni hankintojen onnistumisesta. Hankintapakettiin kuuluu itse laitteen lisäksi: laitteen suunnittelupaketti, mittapiirustukset ja muita dokumentteja. Suurin osa hintavimmista hankinnoista, kuten pääkoneet ja hyttimoduulit, tehdään jo perussuunnitteluvaiheessa. (Kosola 2000a, 35-2.)

Perussuunnittelun lopputuloksena ovat hyväksytyt järjestelypiirustukset, mallitukset, kaaviot, laskelmat, luokituspiirustukset, komponenttien tekniset määrittelyt ja tilaukset. Perussuunnitteluvaiheen loppupuolella on suunnittelukatselmus, jossa käydään läpi hyväksytystilanne, aikataulutilanne ja tilanne hankintojen osalta. Katselmuksessa käydään läpi ja merkitään poikkeamat suunnitelmasta, milloin yleensä osa poikkeamista on viimeistä hyväksyntää vaille tai muulla tavoin vireillä. Poikkeamien kohdalla sovitaan, miten asiaa käsitellään jatkossa. (Kosola 2000a, 35-2.)

2.2.3 Valmistussuunnittelu

Kuten edellisten vaiheidenkin välillä, perussuunnittelun ja valmistussuunnittelun välillä on informaattoriippuvuus. Perussuunnittelun tulokset toimivat valmistussuunnittelun lähtöaineistona, ja suunnittelun edetessä perussuunnittelun tiedot tarkentuvat. Valmistussuunnittelu aloitetaan heti perussuunnitteluvaiheen päättyessä. Perussuunnittelusta periytyvät lähtötiedot valmistussuunnitteluun ovat: järjestely- ja järjestelmäsuunnittelun aineisto, rakennustapaselvitys, rungon luokitusaineisto, materiaalien tekniset tiedot ja arkkitehtiaineisto. Valmistussuunnittelu on toisinaan aloitettava, vaikka perussuunnitteluvaiheessa olisi vielä viimeistä hyväksyntää vailla olevia asioita. Esim. pääkonehuoneen layout-suunnittelu on aloitettava viikkoja etukäteen, jotta kaksoispohjan läpiviennit ehditään suunnitella niin, että läpiviennit voidaan asentaa linjalla, terästuotannon lohkovaiheessa. Edellä kuvattu aikataululimitys on pakko toteuttaa. On tärkeää, että tällaiset haastavammat tilanteet tunnistetaan ja sovitetaan aikatauluun tarvittavalla aikavarauksella. (Kosola 2000b, 36-1.)

Valmistussuunnittelun lopputuloksena ovat työpiirustukset ja osaluettelot, varaukset niistä materiaaleista, joita ei perussuunnitteluvaiheessa hankittu sekä päivitetty perussuunnitteluaineisto ja luovutuspiirustukset (Kosola 2000b, 36-1).

Työpiirustukset vaativat valmistussuunnitteluvaiheessa suurimmat resurssit. Tankkilaivan suunnittelussa piirustuksia tulee yhteensä noin 2000 kpl ja risteilijän vastaava luku on suurempi, etenkin valmistuspiirustusten osalta. (Kosola 2000a, 35-1.) Työpiirustusluettelot laaditaan osastoittain välittömästi, kun alue- ja lohkojako sekä rakennustapaselvitys on käytettävissä, mikä yleensä sijoittuu perussuunnitteluvaiheen loppupuolelle. Tuotannonsuunnittelija määrittää piirustusten valmistumisen tarpeen työpiirustusluetteloon, johon nimetään myös jokaisen piirustuksen tekijä. (Kosola 2000b, 36-1.)

Työpiirustukset jakautuvat asennuspiirustuksiin ja valmistuspiirustuksiin. Valmistuspiirustuksilla toimeenpannaan esivalmisteet kuten koneet, moduulit ja putkiesivalmisteet. Esivalmisteet ovat yksilöllisiä, eivät siis minkään standardin mukaisia, ja ne suunnitellaan jokaiseen laivaan erikseen. Asennuspiirustukset näyttävät lukijalleen, miten jokin kokonaisuus asennetaan laivassa. (Kosola 2000b, 36-1.)

3 KONVERSIOPERUSSUUNNITTELU

3.1 Yleistä laivakonversioista

Sanakirja määrittelee konversio-sanana seuraavalla tavalla: “Konversio tai konvertointi (englanniksi conversion, to convert) on jonkin sisällön tai tiedon muuttamista toiseen käyttötarkoitukseen tai toiseen tekniseen ympäristöön kelpaavaan muotoon” (Wikipedia 2010b). Laivojen kohdalla konversio tarkoittaa olemassa olevan laivan suurentamista tai laivan muuntamista joksikin aivan muuksi kuin alkuperäinen.

Laivakonversio kuuluu teknisesti laivan korjausprosessiin, ja on lähempänä korjausta kuin uudistuotantoa, mutta ansaitsee mittavuutensa ansiosta oman huomionsa korjauksesta erillään. On olemassa monenlaisia muunnelmia ja yhdistelmiä konversion toteuttamiseen yhdestä alustyyppistä toiseen. Seuraavassa muutamia esimerkkejä:

- Irtolastialuksia voidaan muuttaa porauslaivoiksi tai putkenlaskijoiksi.
- Tankkerit saavat uuden elämän FPSO-aluksina tai rahtialuksina.
- Ro-ro-aluksia tai tankkereita yksinkertaisesti pidennetään, milloin olemassa olevat perälaiva ja konehuone yhdistetään kokonaan uuteen keulalaivaan.
- Alkuperäinen höyryvoimanlähde vaihdetaan diesel-voimanlähteeseen.
- Matkustajalaivojen kapasiteettia nostetaan lisähytein.
- Siirtolaisaluksia muunnetaan täysiverisiksi risteilyaluksiksi tai lautoista tehdään kelluvia sairaaloita.

(van Dokkum 2005, 327.)

Konversioiden erikoisalaa edustaa offshore-ala, joka liittyy merenalaisiin öljyvarantoihin sekä kaasun etsintään ja tuotantoon. Vaatimusten jatkuva muuttuminen offshore-alalla ylläpitää toistuvaa muutostarvetta erityisesti joidenkin työtehtävien, porausyksikköjen, varastojärjestelmien ja kuljetuskaleereiden kohdalla, mitkä pitää usein muuttaa ennen kuin voidaan jatkaa seuraavaan työtehtävään. Tällainen konversiotyö tehdään yleensä korjaustelakalla. Joskus joudutaan kuitenkin käyttämään uudisrakennuksiin käytettävää telakkaa sen suuremman kapasiteetin takia, kun tehdään esimerkiksi suurta kokonaan uutta keskilaivan osaa pidennystä varten. Seuraavia

kolmea kuvaa (Kuvat 3, 4 ja 5) vertailemalla voidaan nähdä, kuinka massiivinen konversioprojekti voi suurimmillaan olla. Esimerkkikuvissa on kyse juuri keskilaivan pidennyksestä matkustajakapasiteetin kasvattamiseksi. (Dokkum 2005, 327.)



Kuva 3. MS Windward ennen konversiota (Doreandme 2011).



Kuva 4. Matkustaja-alusta pidennetään kapasiteetin kasvattamiseksi (Dokkum 2005, 327).



Kuva 5. Laiva pidennyksen jälkeen, jolloin nimeksi muutettiin MS Norwegian Wind (Deltamarin, References 2012). Vuodesta 2007 lähtien kuvan laiva on toiminut nimellä MS SuperStar Aquarius (Wikipedia 2011).

Tarve tälle tutkimukselle tulee lisääntyvästä valmiiden laivojen muutostarpeesta, joka on tällä hetkellä kasvavaa. Asiakas hankkii valmiin laivan, joka pitää muuttaa asiakkaan toiveiden mukaiseksi. Jossain tilanteissa, kuten matkustajalaivan pidennyksessä, varustamo haluaa pidennyttää omaa laivaansa ilman aihion erillistä hankkimista. Konversiossa saadaan tehtyä nopeasti uuden tyyppinen alus verrattuna siihen, että alus jouduttaisiin rakentamaan aivan alusta. Muutos voi olla vaikkapa lastikapasiteetin kasvattaminen tai hinattavan proomun muuttaminen itsenäiseksi lisäämällä koneet sekä ohjaus-, ja potkurilaitteet. (Valtanen 2011.)

Asiakkaalla ei ole tarvetta nykyaikaiselle 3D-suunnittelulle, sillä menetelmä on kallis pitkäkestoisuutensa takia, kun koko laiva mallinnetaan lähes jokaista osaa myöten. Kolmiulotteinen detail-malli ei tuo myöskään mitään lisäarvoa asiakkaalle kaksiulotteiseen piirustukseen verrattuna. Kolmiulotteinen detail-suunnittelu tehdään nykyisin usein halvan työvoiman maissa, minkä takia erilaiset perus- ja konseptisuunnittelutyöt tehdään Suomen kaltaisessa suhteellisen korkean elintason maassa, jossa osamisen taso on myös korkea. (Valtanen 2011.)

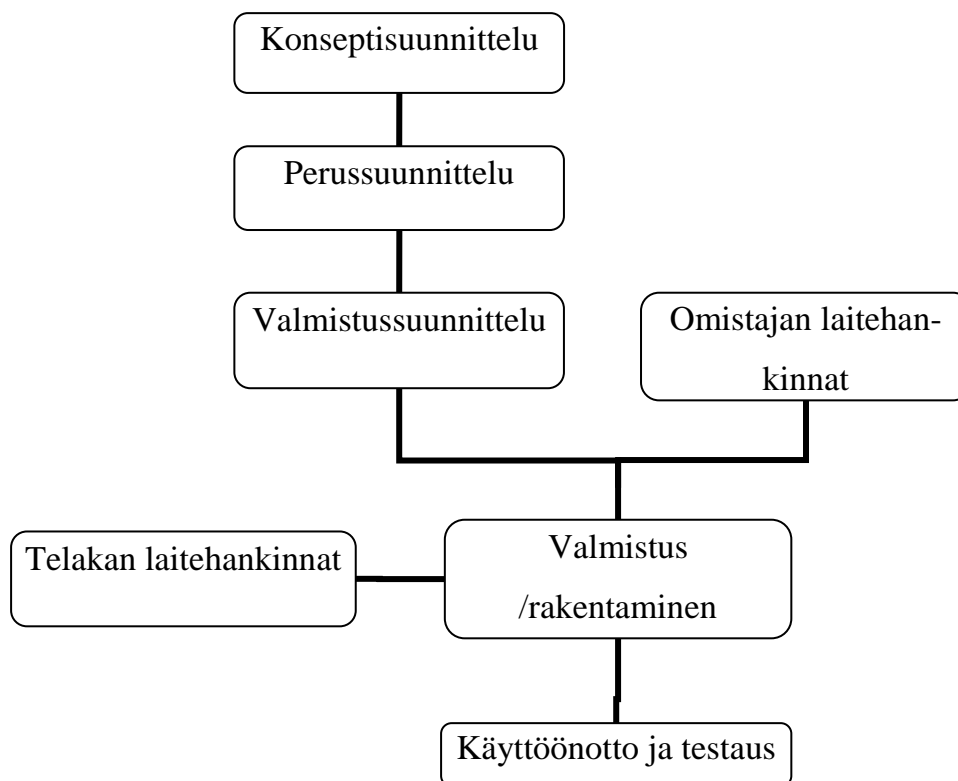
Detail-suunnittelu ei vaadi niin paljoa suunnittelua sanan varsinaisessa merkityksessä, vaan malli tehdään perussuunnittelupiirustusten pohjalta. Kaksiulotteiset perussuunnittelupiirustukset ovat nopeampia tehdä kuin detail-mallin pohjalta tehdyt piirustukset, mutta vaativat suunnittelijalta enemmän juuri suunnittelutaitoa ja ratkaisu-

tapojen tuntemusta. Perussuunnittelu vaatii kaksiulotteisuutensa takia tekijältään myös synnynnäistä kolmiulotteista ajattelukykyä oman pään sisällä, ns. projektiopinin hallintaa.

3.2 Konversioprojektin etenemisprosessi

Konversioprojektin eteneminen ei eroa pääpiirteissään uuden laivan valmistumisprosessin vaiheista. Kuvassa 6 on esitetty konversioprojektin eteneminen, mutta sama koskee myös uudisrakennuksen työvaiheita. Joitakin asioita on kuitenkin otettava huomioon vanhasta laivasta, jotta muutoksesta tulisi mahdollisimman vaivaton. Vanhan laivan olemassa olevat rakenteet rajoittavat joitain suunnittelun vapausasteita. Suunnittelusta vastaavan yrityksen edustajan olisikin hyvä nähdä laiva joko käymällä laivassa tai saamalla kattavan valokuvakokoelman laivan rakenteista, jotta saadaan käsitys todellisten rakenteiden suhteesta lähdeaineistopiirustuksiin. Asiakkaalta saadut piirustukset eivät aina vastaa todellisuutta laivassa. Rungon teräksen ainevahvuus voi olla materiaalipulan takia enimmillään kaksi millimetriä paksumpaa kuin piirustuksissa on esitetty, eikä vahvuus siinä tapauksessa ylitä vielä sallittua toleranssia. Tilanpuutteen takia esimerkiksi konehuoneen rakenteissa voi olla erilaisia muotoja kuin piirustuksissa on esitetty. Edellä mainittu johtuu siitä, että rakennusvaiheen ongelmatilanteissa rakenneratkaisut tehdään aina viime kädessä tuotannossa. (Valtanen 2011.)

Asiakkaalla on olemassa lähtöaineisto dwg-tiedostoina, tai huonossa tapauksessa epätarkkoina pdf-tiedostoina, joiden pohjalta suunnitellaan valmiiseen laivaan tarvittavat muutokset. Uudisrakennuksessa suunnittelija aloittaa työnsä ns. puhtaalta pöydältä, milloin ei voida käyttää vanhaa piirustusta pohjana. Piirustuksista poistetaan tarvittava määrä vanhoja rakenteita ja lisätään uudet rakenteet tilalle. (Valtanen 2011.)



Kuva 6. Konversioprojektin eteneminen kronologisesti (Valtanen 2011).

3.3 Esimerkki toteutuneesta konversiosopimuksesta

Alankomaalainen Scheldepoort Repair & Conversion Yard on tehnyt mittavan konversiosopimuksen kantavuudeltaan 8250-tonnisen ja vuonna 1978 rakennetun Agile-laivan (kuvassa 7) muuttamiseksi moderniksi putkenlaskun apualukseksi (PLSV). Laivan omistaja ja operaattori McDermott Oy tunnetaan hyvin offshore-alalla. Tuleva laiva on sidottu viisivuotisella sopimuksella Brasilialaisen Petrobrasin hankkeeseen Brasilian aluevesillä ja sinne laskettaviin joustaviin öljyputkiin, jotka lasketaan jopa kahden kilometrin syvyyteen. Agile rakennettiin alun perin venäläisin voimin jääluokkaiseksi puolisukeltavaksi raskaan kuorman rahtilaivaksi ja sillä kuljetettiin sukellusveneitä. Konversioprojektin odotetaan olevan valmis kesän alussa, minkä jälkeen alus aloittaa sopimusvelvoitteet Brasilian aluevesillä. (SRJ 2011, 20.)

Merkittävimmät muutokset:

- Vakainten asennus tasapainon ja syvänmerennostojen lisäämiseksi
- Suuren rungon osan asennus joustavien putkien asentamiseksi

- Erilaisten uusien nosturien asennus
- Putkenlaskuun vaadittavien vinssien asennus
- Putkenlaskuoperaatioihin liittyvien kaluston ja järjestelmien asennus
- Uuden kauko-ohjattavan aluksen alustan rakentaminen
- Uuden potkurijärjestelmän lisääminen DP-valmiuden parantamiseksi
- Sähköntuotantojärjestelmien laajentaminen uudella generaattorihuoneella ja kahdella uudella diesel-generaattorilla
- Täydellinen komentosillan ja majoitustilojen uudistaminen
- Tankkien ja laivan ulkopinnan puhdistus, hiekkapuhallus ja maalaaminen.

(SRJ 2011, 20.)



Kuva 7. McDermottin putkenlaskun apualus Agile (SRJ 2011, 21).

3.3.1 Deltamarinissa tehty konversioprojekti

Deltamarinin ja asiakkaan välisen salassapitosopimuksen takia seuraavaa osaa on jouduttu rajaamaan.

Projektin päämääränä on kansirakenteettoman rahtiproomun, Bigfoot 1:n (kuvassa 8), konvertoiminen ankkurikiinnitteiseksi matalan veden putkenlaskuproomuksi. Bigfoot 1 on kantavuudeltaan noin 20000 tonnia. Proomu liikkuu ensimmäisen konversion jälkeen putkenlaskutilanteessa 8-pisteankkurijärjestelmän avulla. Apualukset siirtävät ankkureita takaa ja edestä tarpeen mukaan eteenpäin, mikä on kuvattuna ku-

vassa 11. Laivan sivuprofiili ensimmäisen konversiovaiheen jälkeen on nähtävillä kuvassa 9. Proomussa ei ole peräsinlaitteita eikä omaa propulsiota. (Deltamarin Oy 2011a.)

Toisessa vaiheessa alukseen lisätään DP-järjestelmä, mikä tarkoittaa kuuden Rolls-Roycen valmistaman ylösnostettavan potkurilaitteen asennusta. DP-järjestelmää päivitetään, jotta apualuksia ei enää tarvittaisi niin paljoa kuin ennen päivitystä. DP-järjestelmän myötä toiminta-alue laajenee, kun aluksen maksimaalinen toimintasyvyys kasvaa. Toimintasyvyyden kasvun myötä ankkurijärjestelmän käyttö ei tule enää kysymykseen. Aluksen pidemmät siirtymiset tapahtuvat edelleen hinaajan avulla, koska aluksen luokan on tarkoitus pysyä lauttana. Luokan muutosta ei haluta missään tapauksessa, koska silloin alusta koskisi eri säännöt kuin lauttaa. Muutosten myötä alukseen tulee ensimmäisen muutosvaiheen jälkeen asuintilat 130 ihmiselle ja toisen muutosvaiheen jälkeen 240 ihmiselle, joista 200 kuuluu operatiiviseen henkilöstöön ja loput 40 ovat laivan omaa miehistöä. Toisen konversiovaiheen jälkeinen sivuprofiili näkyy kuvassa 10. (Deltamarin Oy 2011a.)



Kuva 8. GSP:n Bigfoot 1 alkuperäisessä kunnossaan (Deltamarin Oy 2011a).

Laivaan tehtävät muutokset:

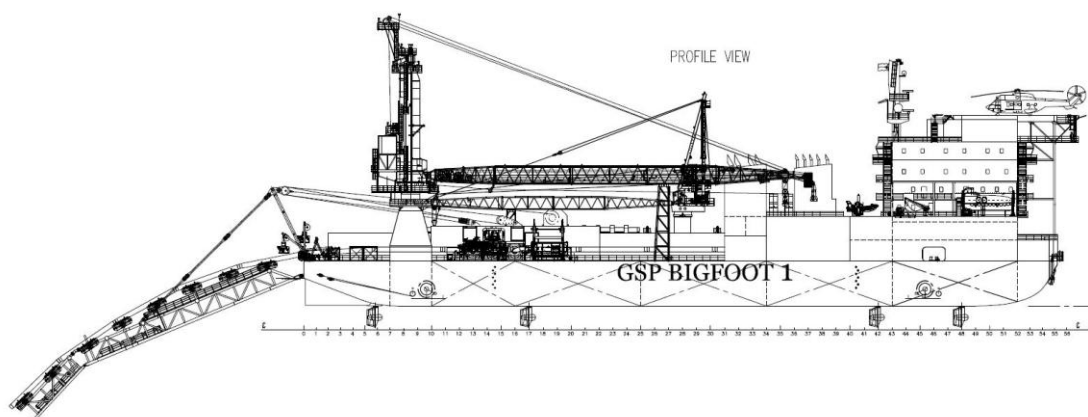
- Lisätään neljä uutta generaattorijärjestelmää
- Voimanjakelujärjestelmän lisääminen
- DP-järjestelmä
- Majoitustilojen uudistaminen

- Kansien jäykistäminen, jotta kasvanut yhteispaino saadaan hallittua
- DP-järjestelmän päivittämisen perusteena on saada täysin itsenäinen voimanjakelujärjestelmä
- Asennetaan kuusi Azimuth-potkurilaitetta (toinen vaihe)
- Putken kiristyskapasiteetin kasvattaminen stingerillä ja A-framella (toinen vaihe).

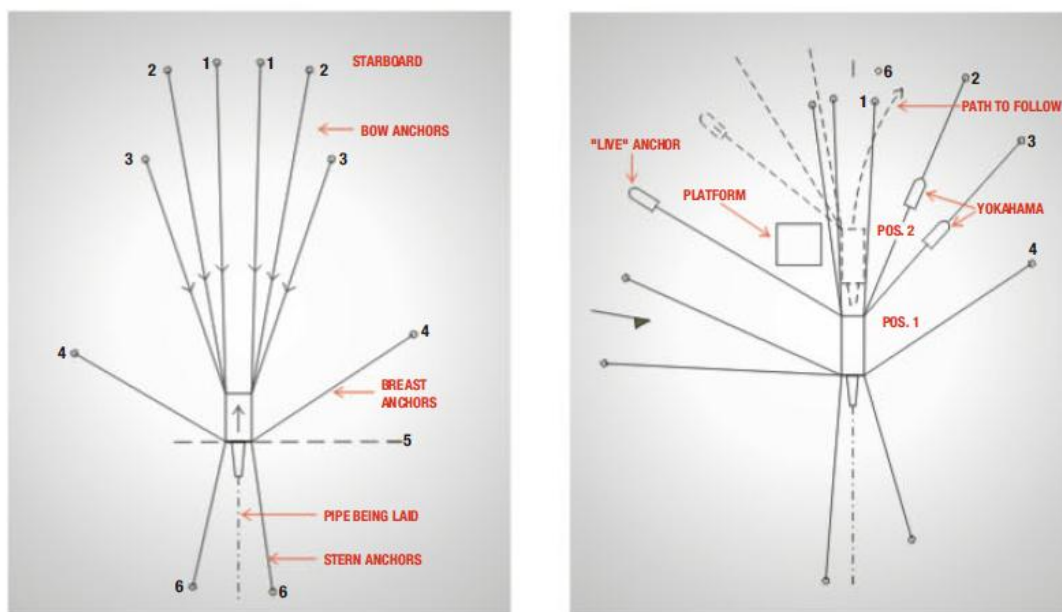
(Deltamarin Oy 2011a.)



Kuva 9. GSP:n Bigfoot 1 ensimmäisen konversiovaiheen jälkeen (GSP Offshore 2011a).



Kuva 10. Bigfoot 1 toisen konversiovaiheen jälkeen, missä muutokset ovat potkurilaitteet, pidempi stinger ja stingeriä tukevan A-ramen suurentaminen (Deltamarin Oy 2011a).



Kuva 11. Tyypillinen Bigfoot 1:n ankkurointikuvio putkenlaskutilanteessa (GSP Offshore 2011b).

4 KONVERSIOPERUSSUUNNITTELUN ETENEMINEN SUUNNITTELIJAN NÄKÖKULMASTA

4.1 Lähtötilanne

Konversiosopimuksen valmistumisen jälkeen suunnittelija saa toimeksiannon konversioprojektiin osallistumista linjaesimieheltään. Sopimuksen syntymisen jälkeen järjestetään perussuunnittelua koskeva aloituspalaveri. Aloituspalaveriin osallistuvat projektipäällikkö, suunnittelijat ja tilaajan tai telakan edustajat. Palaverissa, jota johtaa telakan edustaja, tutustutaan yhdessä olemassa olevaan aineistoon, kerrotaan sopimuksessa oleva aikataulu ja esitellään projektiorganisaatio. (Virtanen 2012.)

Projektipalaverin jälkeen suunnittelutoimiston nimeämä projektipäällikkö jakaa resurssit, eli suunnittelijat, eri tehtäviin parhaaksi katsomallaan tavalla. Tarkemmista projektiin liittyvistä asioista ja suunnittelusta sovitaan tapaamisessa projektiorganisaation esimiehen kanssa. Tapaamisessa käydään ensin läpi projektin päämäärä ylei-

sellä tasolla. Päämääriin kuuluvat laivaan tehtävät muutokset ja millaista työpanosta suunnittelijalta odotetaan kyseisessä projektissa. Suunnittelija saa esimieheltään tarkat työtehtävänsä ja vastualueensa.

Nykyisin projektiorganisaatio saattaa olla jakautunut eri puolille maailmaa, sillä mutkaton Internet-yhteys ja muut hyvät sähköiset yhteydet takaavat nopean informaation liikkumisen paikasta riippumatta. Mutta kokemus on todistanut myös, että mikään ei korvaa vielääkään kasvotusten suoritettavia projektikokouksia.

4.2 Suunnittelijan toimenpiteet ja suunnittelun eteneminen

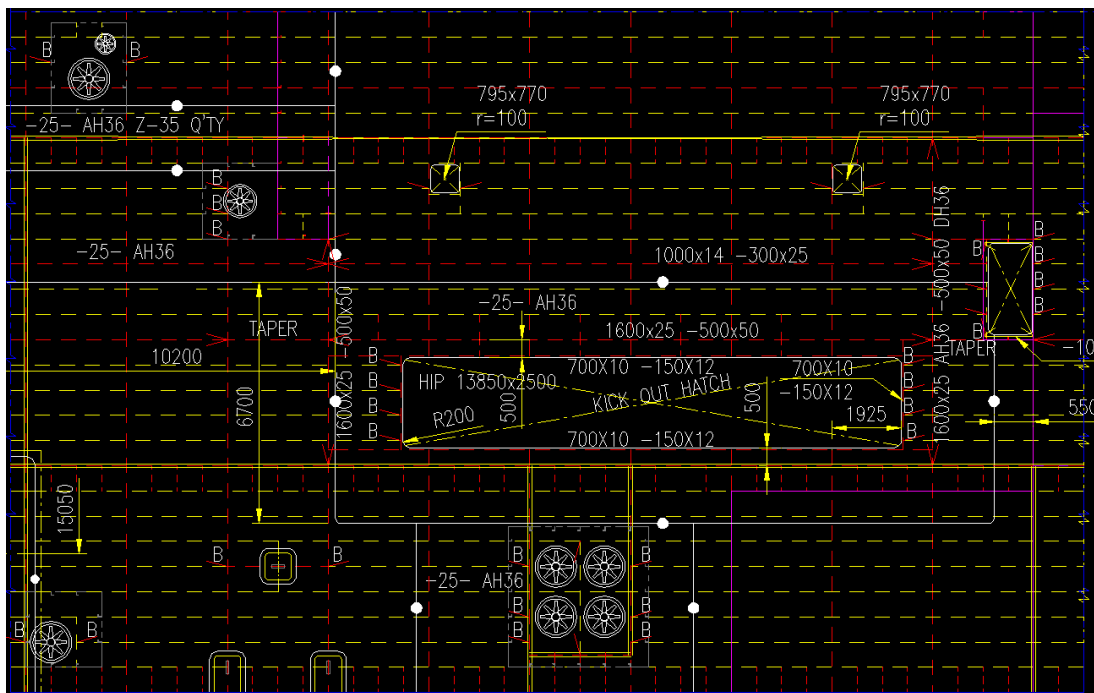
Ei ole olemassa yhtä ainoaa rakennetta konversioperussuunnittelun etenemiseen, koska konversiokohteet ovat niin erilaisia. Erilaiset kohteet tarkoittavat työn kannalta sitä, että aluksiin kohdistuvat työvaiheet ovat hyvin erilaisia. Esimerkiksi rahtilaivaan voidaan lisätä nosturi, jonka tuleva sijainti tiedetään. Lisäksi tiedetään nosturin jalan mitat ja paino. Suunnittelijan tulee vahvistaa kantta, jotta kansi kestää nosturin painon toiminnassa ja meriolosuhteissa. Toisena esimerkkinä otetaan laivan perään vesirajan kohdalle rakennettava evävakain. Evävakaimen tehtävänä on lisätä laivan vakautta ja vähentää propulsiion tehontarvetta vähentämällä vedestä aiheutuvaa vastusta. Suunnittelija tekee uuden linjapiirustuksen perusteella evävakaimen rakenteet leikkaus kerrallaan. Samalla täytyy ottaa huomioon edeltävät rakenteet laidan sisäpuolella. (Virtanen 2012.)

Suunnittelija saa lähtöaineistona uuden yleisjärjestelypiirustuksen, vanhat tarvittavat perussuunnittelupiirustukset, linjapiirustuksen ja keskilaivan leikkauksen. Projektin edetessä suunnittelun kannalta tärkeitä aineistopiirustuksia tehdään lisää tarveajan kohdan mukaan projektiorganisaation ylemmällä tasolla yhdessä tilaajan kanssa. Myöhemmin saataviin piirustuksiin kuuluu esimerkiksi nostureiden, koneiden ja muiden laitteiden mittatiedot, kun varustelutiedot tarkentuvat. (Virtanen 2012.) Myös mahdollisten valokuvien tarkasteleminen on kannattavaa, kun ei aina voida olla varmoja piirustusten oikeellisuudesta. Joitain rakenteita on saatettu tehdä laivaan piirustusten päivittämisen jälkeen. Projektin alussa pyritään tekemään laiva-audit eli laivakäynti, jossa pyritään selvittämään lähtötietojen paikkansapitävyys. Laiva-auditiin

osallistuvilla on vastuu selvittää rakenteita kuvaamalla ja mittaamalla. Tarve laiva-auditiin tulee siitä, että luovutusaineisto on harvoin päivitetty rakenteita vastaavaksi. Lisäksi aiemmat laivaan tehdyt muutokset saattavat olla muualla kuin alkuperäisissä dokumenteissa. (Deltamarin Oy 2011b.)

Suunnittelijan on otettava huomioon myös laivan luokitus. Kaikilla laivatyypeillä on omat luokituslaitoksen asettamat vaatimuksensa. Matkustajalaivoissa on esimerkiksi hyvin tarkat turvallisuusvaatimukset ja offshore-tuotantoaluksissa asumistilat on turvattava tulipalolta ja räjähdykseltä. Eri luokituslaitoksilla on myös omat lujuusvaatimuksensa. Lujuusvaatimus lasketaan luokan määrittämällä kaavoilla tai tarkoitukseen soveltuvilla mallinnusohjelmilla. (Virtanen 2012.)

Perussuunnittelu vaatii ajoittain tekijältään runsaasti kärsivällisyyttä, sillä jo tehty piirustuksen osa voidaan joutua hylkäämään. Jonkin huoneen paikka yleisjärjestelyssä voi muuttua, jolloin on mietittävä paljon uudestaan. Kaikki jo aloitetut piirustukset voidaan jopa joutua aloittamaan lähes alusta, jos esimerkiksi laitalinja jostain syystä muuttuukin. Ennen uudistuksia piirretty pyritään tietenkin käyttämään hyväksi, mutta joskus on jopa helpompaa aloittaa täysin alusta. (Virtanen 2012.)



Kuva 12. Erään esimerkkilaivan perussuunnittelupiirustuksen valmis kansileikkaus ennen konversiota (Deltamarin Oy 2011a).

Kuvassa 12 esitetään muokattava kansileikkaus, jossa näytetään mm. putkensiirtoaukko (kts. kick out hatch), kannen alapuoliset rakenteet kuten laipiot ja kansijäykisteet sekä joitain puhallinkanavia.

Suunnittelija vertaa alkuperäistä yleisjärjestelypiirustusta uuteen yleisjärjestelypiirustukseen, jossa esitetään tarvittavat konversiot. Vertauksen tuloksena nähdään suurpiirteisesti, mitä rakenteita uusiin perussuunnittelupiirustuksiin tulee tehdä ja mitä rakenteita mahdollisesti poistaa uusien tieltä. Rakennusratkaisut tulevat suunnittelijan ajatustyön tuloksena sääntöjen ja ohjeiden puitteissa. Rakennusratkaisut tarkentuvat kuin automaattisesti mitä pidemmälle suunnittelu etenee.

Edeltävää perussuunnittelupiirustusta hyödynnetään mahdollisimman paljon, sillä vanhan piirustuksen hyväksikäyttäminen säästää ajan myötä rahaa. Mikäli samassa projektissa on jo tehty vastaavia piirustuksia, voidaan niitä kopioida ja jäljitellä soveltamalla valmista omaan käyttötarkoitukseen. Konversiota edeltäneeseen piirustukseen aletaan tehdä muutoksia uusien lähtöpiirustusten pohjalta, minkä jälkeen muutettu uusi piirustus tallennetaan ja nimetään uudelleen omaksi piirustukseksi mie-luiten DeltaDorikseen. (Virtanen 2012.)

- mahdolliset revisiomerkinnot
- piirustusnumero arkistointia helpottamaan.

Suunnittelija antaa piirustukset projektipäällikön tarkastettaviksi, jonka jälkeen tehdään vielä mahdolliset korjaukset. Projektipäällikkö luovuttaa piirustukset tilaajalle, joka myös tarkastaa aineiston. Yleensä tilaajalta tulee enemmän korjauspyyntöjä kuin omalta esimieheltä, sillä tilaajalla voi olla tarkka näkemys jonkin asian toteutamisesta. Projektipäällikkö ei voi välttämättä tietää, mitä tilaaja haluaa, vaan toimiva ratkaisu riittää.

4.3 Projektin etenemisen seuranta

Projektin etenemistä seurataan projektipalavereilla, joita pyritään järjestämään viikoittain. Palavereissa pyritään saamaan vastauksia suunnittelijoiden ja projektivas-
taavien kysymyksiin sekä ongelmiin. Viikkopalavereja voidaan järjestää kehittyneen teknologian ansiosta vaikka videoyhteyden kautta. Tässä tavassa on kuitenkin vaikea näyttää ongelmakohtia toiselle osapuolelle piirustuksesta tai mallista. Käsitellyt asiat kirjataan muistioon mahdollisine ratkaisuineen. Muistio jaetaan koko suunnitteluorganisaatiolle. (Virtanen 2012.)

Sähköposti- ja puhelinliikenne on tärkeässä roolissa kiireellisiä ongelmia hoidettaessa. Suunnittelija lähettää sähköpostin usein projektipäällikölleen, joka jatkaa viestin eteenpäin tapauksesta riippuen tilaajalle tai telakalle. Vastaus sähköpostiin tulee samaa reittiä pitkin takaisin suunnittelijan tietoon. Projektipäällikkö pyrkii käymään suunnittelijoidensa puheilla mahdollisimman usein. Tapaamiset onnistuvat tietenkin paremmin, kun esimiehen ja alaisten toimipaikat ovat samassa toimistossa. Deltamarinissa kahden toimipaikan, Raision ja Rauman, välimatka ei ole liian suuri viikoittaisiin tapaamisiin. Suunnittelijan motivaatio työntekoa kohtaan voi myös nousta, kun suunnittelijan työstä ollaan kiinnostuneita. Usein suunnittelijat lähtevät komenukselle toiseen toimipaikkaan suunnittelun helpottamiseksi, koska ryhmä toimii luonnillisesti paremmin samassa paikassa.

4.4 Suunnittelijan konversioperussuunnittelussa kohtaamia ongelmia

Suunnittelijan työ ei ole aina kovin yksinkertaista, kun esimerkiksi pohjana käytettävä vanha piirustus on tehty puutteellisesti. Puutteellisuus näkyy usein huonona layereiden käyttönä. Joissain tapauksissa vain viivojen väriä ja viivatyyppejä on vaihdettu siirtämättä viivaa oikealle layerille. Suunnittelijan on tässä tapauksessa itse vaihdettava väärällä layerillä olevat viivat oikealle layerille, mikä vie erittäin paljon aikaa suunnittelutyöstä. (Virtanen 2012.)

Layereiden käyttötavoista olisikin syytä sopia ennen projektin alkua. Viivatyypit, viivojen värit ja layereiden nimet on hyvä sopia, jotta kaikilla projektiin osallistuneilla olisi käytössä täsmälleen samat layerit. Näin toimiminen helpottaa niin asiakkaan ja suunnittelujohdon piirustusten lukemista kuin suunnitteluorganisaatiossa toimivien suunnittelijoiden välistä yhteistyötä. Monesti suunnittelijat käyttävät projektin sisällä toisten suunnittelijoiden piirustuksia lisälähteinä, jolloin helppo luettavuus on tärkeää.

Perussuunnittelu AutoCADilla tehdään kaksiulotteisessa ympäristössä, milloin leikkaukset eivät ole interaktiivisia toisiinsa nähden. Muuttamalla jotain leikkausta, täytyy osata ajatella, miten muuttaminen vaikuttaa toiseen liittyvään leikkaukseen. 3D-mallinnuksessa ei ole tätä ongelmaa, vaan leikkaukset päivittyvät mallin mukaan niin kuin ne on malliin tehty. (Virtanen 2012.)

Perussuunnittelussa pitää pysähtyä ajattelemaan, ja muuttaa kaikki leikkaukset yhden muutokseen jälkeen yhteneväisiksi. Monen muutoksen tekeminen ensin yhteen leikkaukseen ja sitten samojen tekeminen muihin, aiheuttaa jossain vaiheessa todennäköisesti suunnitteluvirheitä. Rauhallisuus ja järjestelmällisyys ovat avainasioita perussuunnittelua tehdessä. Vanhanaikaisten kynän ja muistilehtiön käyttöä ei pidä vierastaa järjestelmällisyyden tukena, vaikka lähes kaikki suunnittelutyöt tehdään nykyisin tietokoneella.

Lähdetiedon saatavuus on joskus vaikeaa, koska piirustukset ovat toisen osapuolen hallussa ja ne saattavat olla hautautuneina arkistoihin. Lähdepiirustuksia joudutaan usein pyytämään lisää, jottei rakenteita tarvitse arvata. Putkilinjojen kuvia ei aina

tarvita, vaan muutokset tehdään runkorakenne etusijalla. Osa varustelun osista, kuten suuret laitteet, on kuitenkin otettava huomioon. Laiva saattaa olla myös hyvin vanha, jolloin piirustukset on tehty käsin piirtämällä. Käsin tehdyt piirustukset ovat vaikealukuisempia epätarkkuutensa takia. Epätarkkuutta lisää myös se seikka, että piirustukset ovat skannattu sähköiseen muotoon. Suunnittelijan on lähes mahdotonta vaikuttaa tässä kappaleessa mainittuihin asioihin. Vain piirustusten pyytäminen on todennäköisesti suunnittelijan vastuulla. (Virtanen 2012.)

4.5 Suunnittelijan muistilista

Alle on kerätty erityisiä huomionarvoisia seikkoja, jotka suunnittelijan on otettava huomioon konversioperussuunnittelua tehdessä.

- Tulosta tarvittavat lähdepiirustukset luettavaan kokoon itsellesi. Paperipiirustusten ja tietokoneen yhteiskäyttö on tehokkaampaa ja helpompaa kuin piirustusten käyttäminen vain näyttöpäätteellä.
- Selvitä, voisiko tarvittavia lähdepiirustuksia olla saatavilla lisää.
- Tutki saatavilla olevia valokuvia, jotta piirustusten oikeellisuus varmistuu.
- Käytä samoja layereita muiden suunnittelijoiden kanssa yhteneväisyyden takia.
- Huomioi alussa kaikki vanha rakenne muutettavalla alueella.
- Suunnittele, mitä uusia rakenteita piirustukseen pitää tehdä.
- Siirrä poistettavat osat omalle layerilleen havaittavuuden varmistamiseksi.
- Tee vain välttämättömät teräksen poistot piirustuksesta, sillä aineen poistaminenkin maksaa puhumattakaan siitä, jos ensin materiaali poistetaan ja sitten korvataan uudella aineella.
- Ota huomioon myös laivaan lisättävät varustelun osat. Tarvitseeko varusteluosien alle tehdä vahvistuksia? Tarvitseeko terästä poistaa esim. pelastusveneen tieltä?
- Tee tarvittavia muistiinpanoja ja tarkistuslistoja tehdyistä muutoksista, jotta leikkaukset pysyvät toisiaan vastaavina.
- Käytä samoja hyväksytyjä rakenneratkaisuja kuin muut suunnittelijat mikäli mahdollista.

- Käytä hyväksi muiden tekemiä piirustuksia ja kopioi, kun se on kannattavaa ajankäytön optimoimiseksi.
- Ota selvää, tekeekö joku kollegoistasi omaan alueeseesi liittyvää aluetta ja sovi rajapintojen rakenteista.
- Älä tee liian tarkkoja piirustuksia, sillä se ei ole perussuunnittelun tarkoituksena.
- Huomioi luokituslaitoksen vaatimukset alustyyppille.
- Tallenna piirustus aina työpäivän päätteeksi DeltaDorikseen, jotta muut suunnittelijat voivat nähdä, miten olet ajatellut jonkin asian. DeltaDoriksessa piirustus on paremmassa turvassa kuin tietokoneesi kovalevyllä.
- Älä epäröi kysyä kollegoiltasi tai projektin esimieheltäsi mieltäsi askarruttavista asioista.

5 DYNAAMISEN PROFIILI- JA LÄPIVIENTIKIRJASTON KÄYTTÖ AUTOCADISSÄ

5.1 Yleistä kirjastoista

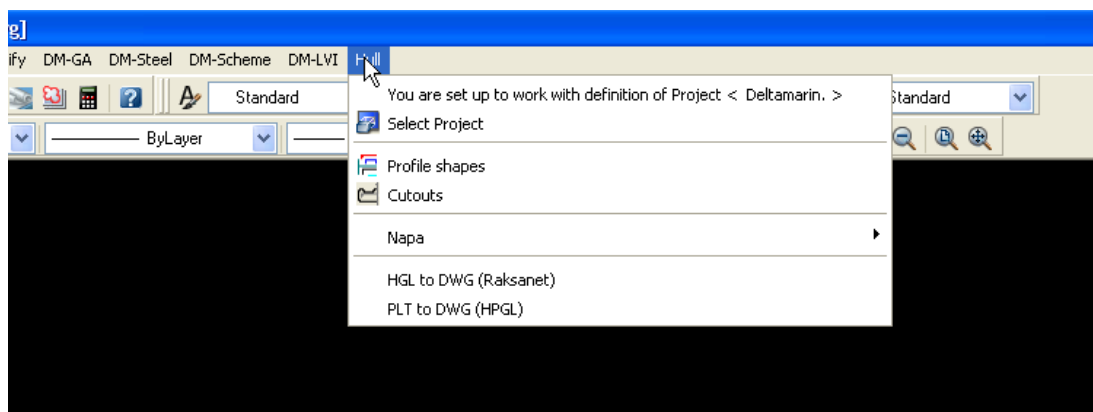
Deltamarinissa on luotu AutoCADIin integroitu dynaaminen profiilikirjasto helpottamaan ja nopeuttamaan perussuunnittelua. Profiilit, toiselta nimeltään muotoraudat, on tarkoitettu laivan levyrakenteiden eli laipiodien ja kansien jäykistämiseen. Dynaaminen profiilikirjasto tarkoittaa sitä, että primäärisiä ja sekundäärisiä jäykisteiden poikkileikkauksia voidaan lisätä nopeasti useita kerralla kansi-, poikki- ja pituusleikkauksiin. Samanlainen kirjasto on luotu myös erikseen läpivienneille. (Valtanen 2011.)

Dynaamisen kirjastosta tekee se seikka, että jo lisätty jäykiste voidaan muuttaa helposti toiseksi kirjaston kautta, jolloin mahdollinen lisätty läpivientikin muuttuu profiilin kokoa vastaavaksi. Kirjastosta löytyy jokaiselle profiilille oma läpivienti halutulla klipsillä varustettuna. Profiilit ja läpiviennit ovat laivaprojektikohtaisia. Projek-

tin valittuaan, profiili- ja läpivientikirjastot muuttuvat sisällöltään juuri valittua projektia vastaaviksi.

5.2 Dynaamisten kirjastojen avaaminen

Kirjastot sijaitsevat kuvan 14 mukaisesti AutoCAD-ohjelman yläosassa alavetovalikkojen joukossa otsikolla ”Hull”. Alavetovalikkoa painettaessa näkyy ensimmäisenä mikä projekti tai kirjaston osa on valittuna kohdassa ”You are set up to work with definition of Project...”. Toisella rivillä ylhäältä katsoen pääsee valitsemaan käytettävän projektin tai kirjaston osan kohdasta ”Select Project”. ”Profile shapes” -kohdasta avataan profiilikirjasto ja ”Cutouts”-valikosta pääsee puolestaan läpivientikirjastoon.




Kuva 14. Dynaaminen profiili- ja läpivientikirjasto löytyy ylhäältä AutoCADin työkaluriviltä (Deltamarinin Oy 2011b).

5.3 Profiilikirjasto

Profiilikirjaston aloitusikkunasta, joka näkyy kuvassa 15, saa valittua minkä tahansa profiilin tai palkin poikkileikkauksen, jota käytetään standardina valitussa projektissa. ”Pick”-painikkeesta ohjelma pyytää valitsemaan kuvasta jo olemassa olevan profiilin, jos halutaan valita samanlainen poikkileikkaus.

Select profile cross section type:

Bulb Flats		
Jumbo Bulb Flat		
Angles to NJA Standard		
ANGLE BAR (Equal)	SFS2024	
ANGLE BAR (Unequal)	SFS2025	
ANGLE BAR (Inverted Angles)	HHI	
T-TANKO	SFS2027	
USP-TANKO (Tasalaippainen)	SFS2121	
I-TANKO (Kapea)	SFS2028	
I-TANKO (IPE Puolileveä)	SFS2029	
I-BEAM (HEA)	SFS2030	
I-BEAM (HEB)	SFS2031	
FLAT BAR		
T-BEAM	(Welded: Plate + Flange)	
L-BEAM	(Welded: Plate + Flange)	
CRANE RAIL	(Square)	
CHINESE L-ANGLE BAR		

 **DELTA**MARIN

PICK EXIT Tools HELP

Project selected <Deltamarin.> <...>

Kuva 15. Dynaamisen profiilikirjaston aloitusikkuna (Deltamarin Oy 2011b).

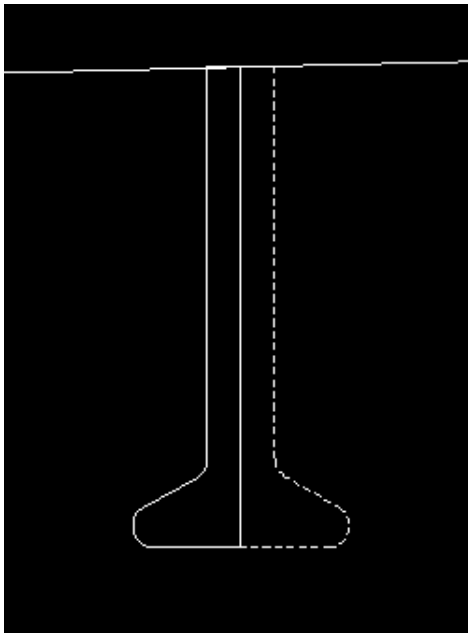
Profiileiden poikkileikkauksissa on valittavina esimerkiksi:

- Bulb flat (bulbi tai hollannin profiili)
- Angle bar (L-rauta tai kulmarauta)
- I-Beam (I-palkki)
- Flat bar (lattarauta)
- T-Beam (T-palkki)
- L-Beam (L-palkki)
- Crane rail (nosturikisko)
- Chinese L-Angle bar (kiinalainen L-rauta).

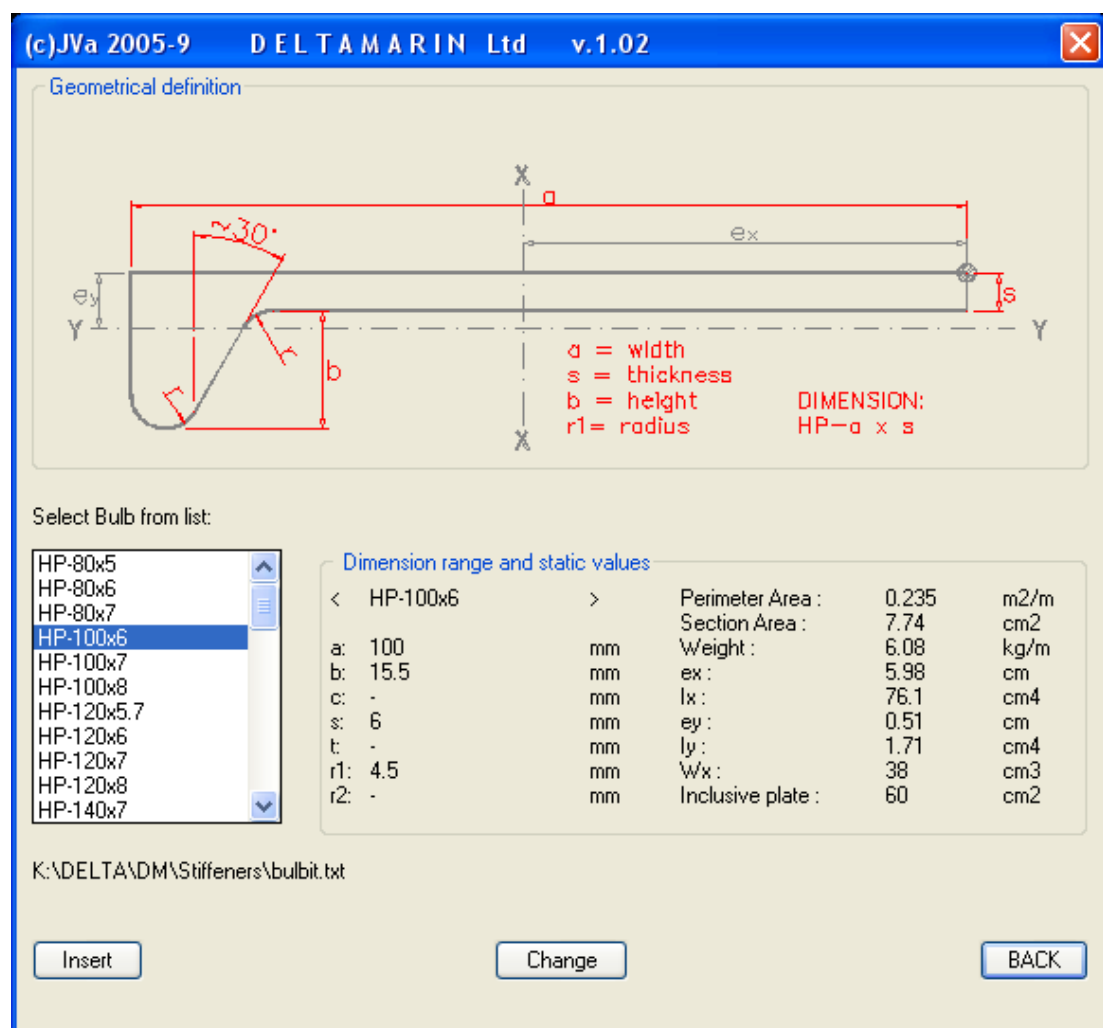
Kuvassa 15:sta olevasta ”Tools”-painikkeesta käyttäjä saa esiin poikkileikkauksien editointi-ikkunan. Editointi-ikkuna on esitetty kuvassa 16. ”MAKE MIRROR” -painikkeesta saa peilattua jo sijoitetun profiilin. Peilauksessa ei ole mitään valinnan varaa peilattavan profiilin valinnan lisäksi, sillä työkalu muuttaa valitun profiilin sijaintia aivan kuin mallikantti siirtyisi perälaivan puolelta keulalaivan puolelle. Kuvassa 17 on näytetty, miten peilaustyökalu toimii. Peilausta edeltävä profiilin sijainti on esitetty katkoviivoilla. Kuvassa 16 oleva ”ADD/MODIFY INCLINATION INFO” -työkalulla saa lisättyä aikaisemmin sijoitettuun profiilin kulmatiedon. Kulmatiedon lisäämällä läpivienti muuttuu automaattisesti lisätyn kulman mukaiseksi. Työkalua tarvitaan, kun esimerkiksi laipion (johon profiili on kiinnitetty), kulma muuttuu. Kuvassa 16 oleva ”ADD/MODIFY CUTTING ANGLE” -työkalu on keskenäinen.



Kuva 16. Profiilipoikkileikkauksien editointi-ikkuna (Deltamarin Oy 2011b).



Kuva 17. Editointityökalun peilauskäsky (Deltamarin Oy 2011b).



Kuva 18. Profiilin koon valintaikkuna (Deltamarin Oy 2011b).

Profiilin tyypin valitsemisen jälkeen pääsee valitsemaan profiilin koon. Profiilikoon listassa on valittavana kaikki mahdolliset profiilikoot. Kuvassa 18 on profiilin koon valintaikkuna. Esimerkkikuvassa näkyy aiemmassa valintaikkunassa valittu profiili-tyypiksi hyvin yleinen bulbi. Aktivoitaessa jokin listassa (Select Bulb from list) oleva koko, tulee viereisen ”Dimension range and static values”-otsikon alle tarkemmat tiedot valitun profiilin ominaisuuksista.

5.3.1 Yhden tai useamman profiiliblokin lisääminen piirustukseen

Halutun mallisen ja kokoisen profiilin saa lisättyä aktivoimalla ensin profiili kuvan 18 valikossa, milloin taustaväri muuttuu siniseksi. Tämän jälkeen käyttäjän tulee painaa ”Insert”-painiketta. Ohjelma pyytää valitsemaan paikan, johon valittu profiili halutaan ja miten päin. Tämän jälkeen AutoCADin komentoriville tulee teksti ”Mirror image, Yes / <No> :”, mihin vastaamalla ”y”, profiili peilautuu toiseen suuntaan sijoituskohdasta. Vastattaessa kysymykseen ”n”, profiili säilyttää alkuperäisen paikansa. Ohjelman kysyessä käyttäjän valintaa komentorivillä, hakasten (< >) sisällä oleva valinta on aina oletusvalinta, milloin pelkkää ”enteriä” painamalla valitaan aina oletusvalinta. Kun ohjelma antaa valmiita vaihtoehtoja kuten ”Yes / No”, jommankumman valintaan riittää pelkkä alkukirjaimen käyttö, esimerkiksi ”n”.

Seuraavaksi ohjelma kysyy komentorivissä ”Multiply, Yes / <No> :”, eli halutaanko useita profiileja samalla kertaa. Kun tähän vastataan ”n” eli ei, ohjelma palaa takaisin profiilin koon valintaikkunaan. Vastattaessa ”y” eli kyllä halutaan useampi profiili, ohjelma pyytää valitsemaan suunnan, ”direction> :”, johon muut profiilit halutaan. Suunta voidaan antaa joko kirjoittamalla asteina tai hiirellä suuntaa näyttämällä.

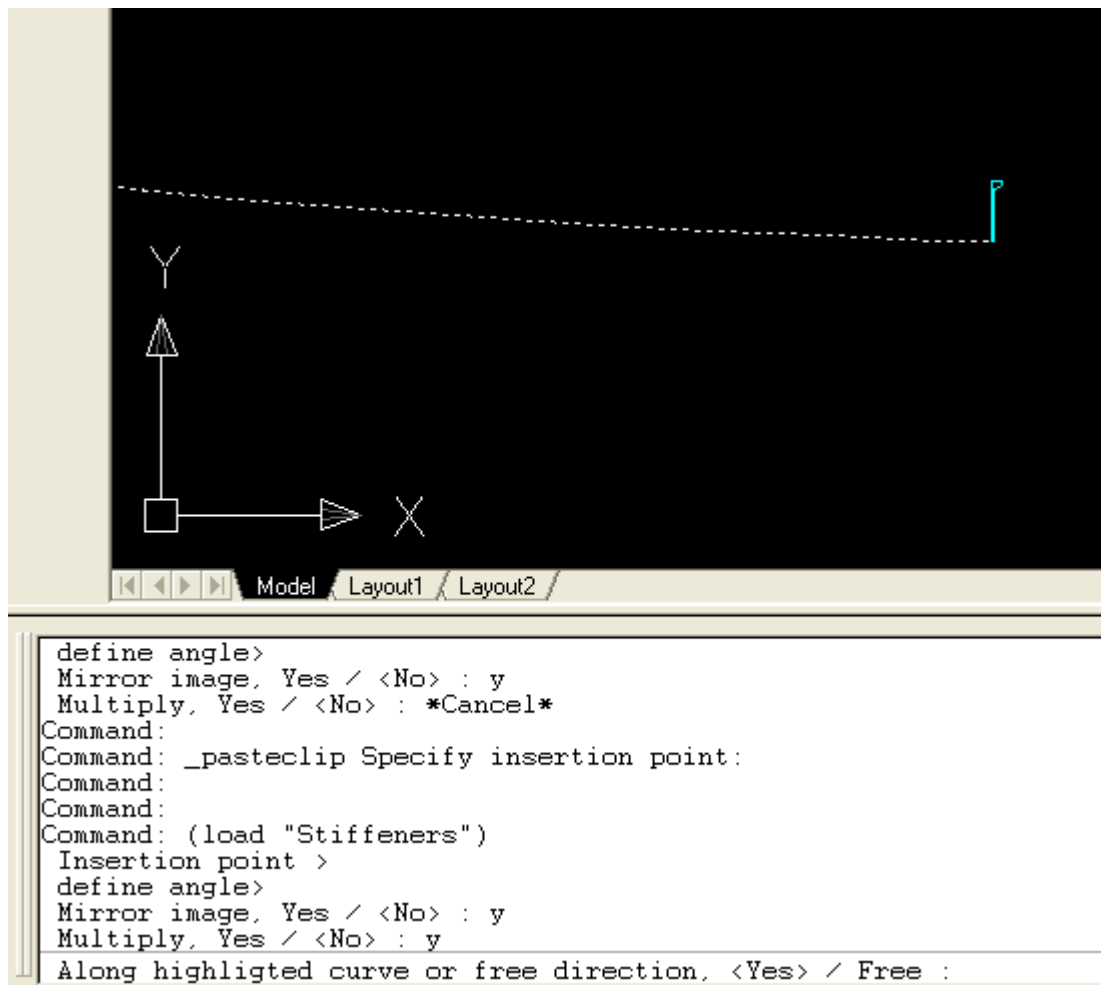
Profiileja voidaan lisätä myös useita kerralla esimerkiksi suoraan laipioon. Suunnan valintaa seuraa kysymys, kuinka monta profiilia halutaan lisätä valittuun suuntaan, ”Number of pieces to add <1> :”. Tähän lukuun ei lasketa ensimmäiseksi sijoitettua profiilia. Viimeisenä valinnanmahdollisuutena ohjelma kysyy, mikä on haluttu profiilien etäisyys toisistaan, ”Spacing <600> :”. Käyttäjä näppäilee kahden profiilin välisen etäisyyden millimetreinä.

”Change”-komennolla saa vaihdettua jo sijoitetun profiilin toiseksi. Ensin aktivoi-
daan haluttu profiili kuvan 18 profiilivalikosta, minkä jälkeen painetaan ”Change”-
näppäintä. Ohjelma pyytää valitsemaan vaihdettavan profiilin hiirellä näyttöpäätteel-
tä.

5.3.2 Usean profiilin lisääminen kaarevalle viivalle

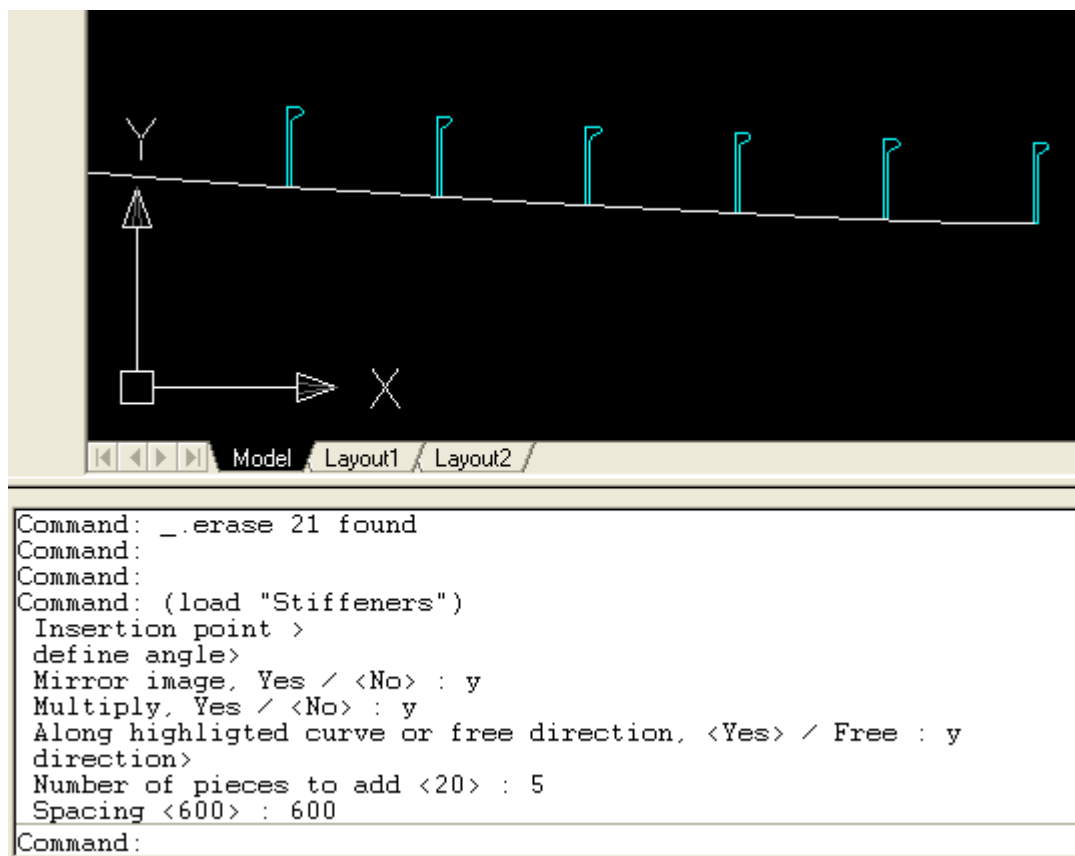
Profiilipoikkileikkauksia voidaan lisätä kätevästi kaarevuuttaan muuttavaan viivaan,
joka voi olla esimerkiksi laita tai pohja. Useita samanaikaisesti lisäämällä säästetään
aikaa ja suunnittelijan kärsivällisyyttä sekä saadaan suunnitteluun tehokkuutta.

Ensimmäinen haluttu profiili sijoitetaan kaarevan viivan alkuun oikeaan kohtaan ja
oikein päin. Kuvassa 19 on esimerkki kaarevasta viivasta, johon on sijoitettu yksi
profiili. AutoCADin komentoriville vastataan kysymyksiin aiempien kappaleiden
kaltaisesti, kunnes tulee kysymys ”Multiply, Yes / <No> :”. Tähän vastataan ”y”,
kun halutaan lisää samoja profiileja kaarevalle viivalle. Ohjelma ehdottaa
seuraavaksi ”Along highlighted curve or free direction, <Yes> / Free :”. Edellinen
tarkoittaa, että lisätäänkö profiilit korostetulle viivalle vai vapaaseen suuntaan. Ku-
vassa 18 oleva viiva on korostettu viivoittamalla ohjelman toimesta, kun normaalisti
kyseinen viiva on piirustuksessa yhtenäinen. Vastaamalla viimeisimpään kysymyk-
seen ”y”, tarkoittaa että lisättävät profiilit halutaan korostetulle viivalle. Vastaamalla
”f”, käyttäjä valitsee halutun suunnan uusille profiileille manuaalisesti, eikä halua
sijoittaa profiileja korostetulle viivalle.



Kuva 19. Usean profiilin sijoittaminen kaarevalle viivalle (Deltamarin Oy 2011b).

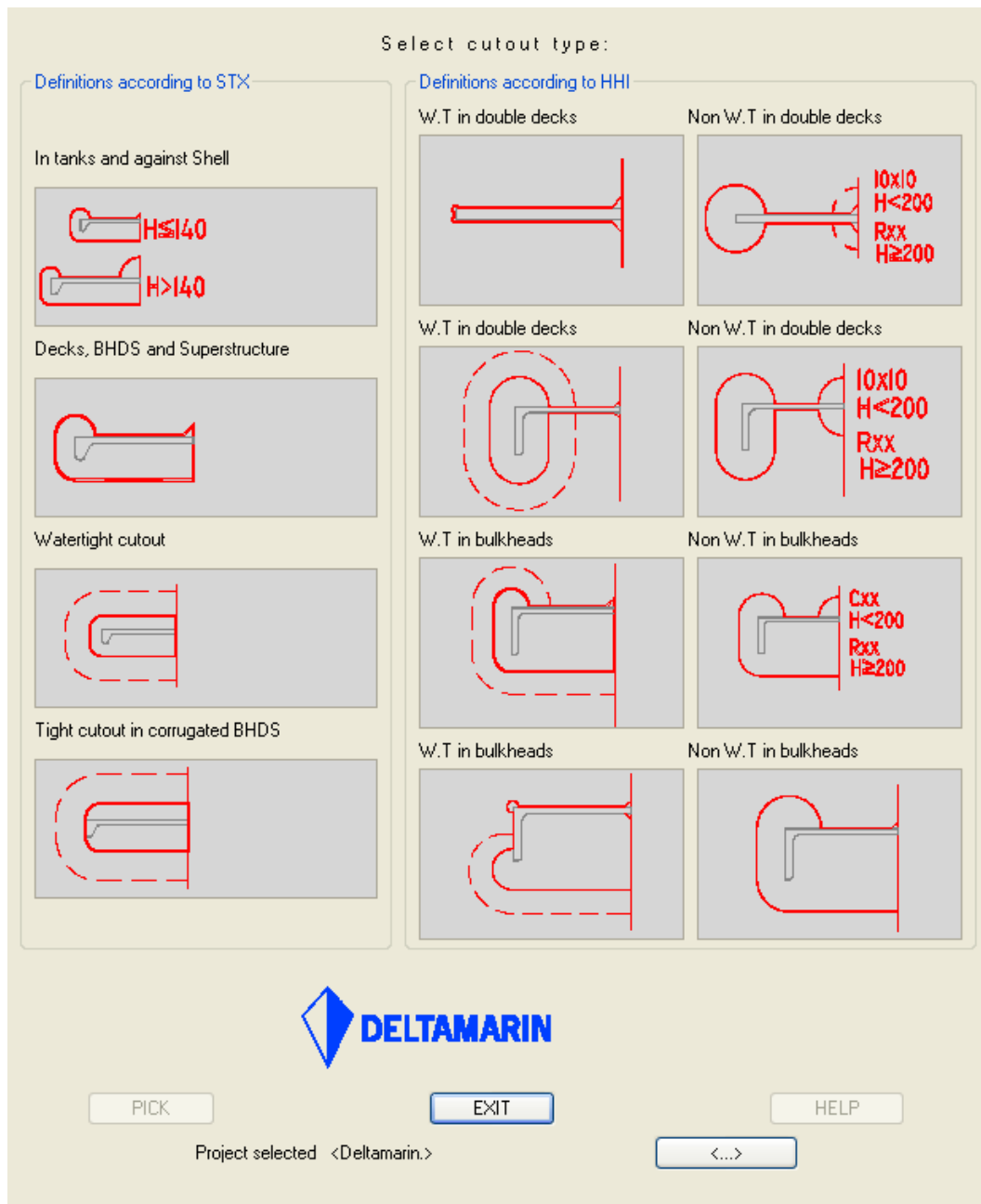
Kun käyttäjä on valinnut, että profiilit sijoitetaan viivalle, ohjelma kysyy suunnan viivalla sijoitettaville profiileille, "direction>". Suunnan voi näyttää hiirtä käyttäen tai kirjoittamalla komentoriville suunnan astelukuna. "Number of pieces to add <20> :"-kohtaan kirjoitetaan se lukumäärä, joka profiileja halutaan lisättäväksi alkuperäisen lisäksi. Tämän vaiheen jälkeen kohtaan "Spacing <600> :" kirjoitetaan haluttu profiilien välinen etäisyys toisistaan millimetreinä. Kuvassa 20 nähdään käyttäjän toimenpiteet komentorivillä. Kuvassa 20 näkyy nyt lisättynä kaarevaa viivaa pitkin viisi profiilia alkuperäisen lisäksi 600 millimetrin jaolla.



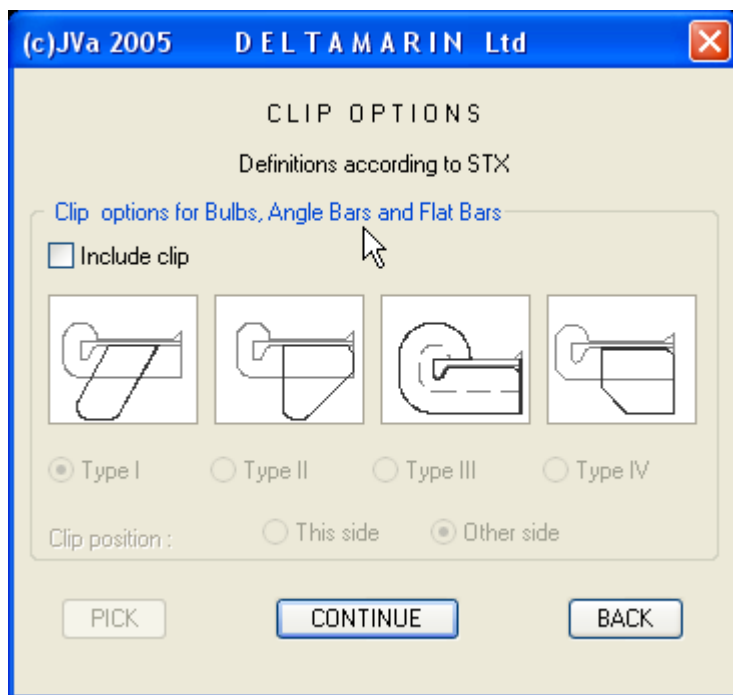
Kuva 20. Viisi profiilia sijoitettu kaarevalle viivalle (Deltamarin Oy 2011b).

5.4 Läpivientikirjasto

Läpivientikirjaston aloitusikkunasta saa valittua minkä tahansa läpiviennin poikkeileikkauksen, jota käytetään standardina valitussa projektissa. Läpivientikirjaston aloitusikkuna on näytetty kuvassa 21. Läpiviennin tyypin valitsemisen jälkeen ohjelma antaa mahdollisuuden valita klipsin. Klipsi on pieni tukilevy, jolla on tarkoitus joko tiivistää vesitiiviissä levyssä läpivienti vesitiiviiksi, tai toisessa tapauksessa ei-vesitiiviissä levyssä vain tukea rakennetta. Jos läpivientityyppiin ei voi panna klipsiä, ohjelma pyytää valitsemaan suoraan profiilin tai profiilit, mihin läpivienti halutaan. Klipsin valitsemisen jälkeen ohjelma pyytää valitsemaan profiilin tai monta profiilia, mihin läpivienti halutaan.



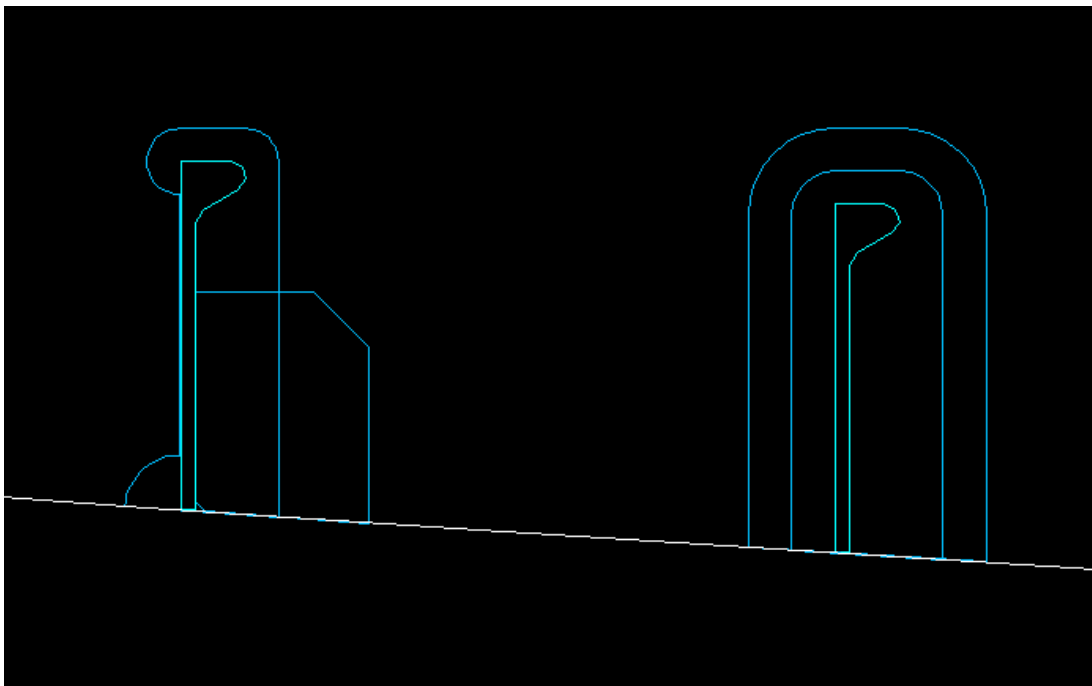
Kuva 21. Dynaamisen läpivientikirjaston aloitusikkuna (Deltamarin Oy 2011b).



Kuva 22. Läpivientiin liitettävän klipsin valintaikkuna (Deltamarin Oy 2011b).

Kuvassa 22 on klipsin valinnan ikkuna ohjelmassa. Valitsemalla ”Include clip”, aktivoituvat alempana olevat klipsikuvakkeet, jolloin käyttäjä voi valita haluamansa klipsityypin. ”Clip position” -kohdassa valitaan klipsin puolisuus, ”This side” – tällä puolella levyä tai ”Other side” – toisella puolella levyä. ”Pick”-painikkeella saa osoitettua kuvasta valmiina olevaa klipsiä, mikäli halutaan valita täysin samanlainen klipsityyppi.

Kun kaarevalle viivalle edelle mainitulla tavalla sijoitetut profiilit saavat käyttäjän toimesta läpiviennit, ne muokataan automaattisesti kaarevaa viivaa myötäillen. Kuvassa 23 on näytetty, miten läpivienti on muokkaantunut kaarevaa viivaa vastaavaksi ilman käyttäjän eri toimenpiteitä. Sama automaattinen trimmaus koskee myös läpivienteihin lisättäviä klipsejä.



Kuva 23. Vasemmalla klipsillinen läpivienti ja oikealla vesitiivis läpivienti (Deltamarin Oy 2011b).

6 SUUNNITTELUMENETELMIEN KEHITTÄMINEN

Suunnittelijan työssä riittää edelleen kehitettävää, vaikka tietokoneiden mittava hyödyntäminen onkin alan merkittävimpiä uudistuksia. Deltamarinissa kehitetyt profiili- ja läpivientikirjastot ovat erittäin hyödyllisiä ja suunnittelua nopeuttavia, mutta kattavat vain osan suunnittelijan tarpeista. Ominaisuuksien lisääminen profiili- ja läpivientikirjastoon on helppo tapa lisätä apuvälineitä suunnittelijalle. Tietotekniikan edelleen hyödyntämisessä riittää loputtomasti otettavia kehitysaskeleita, jotka tähtäävät suunnittelun mutkattomuuteen ja nopeuttamiseen.

6.1 Profiilien päiden lisääminen pikakuvakkeesta

Profiilien katkaisupäitä on useita erilaisia, mutta perussuunnittelussa usein tyydytään käyttämään vain murto-osaa. Yleisimmistä profiilien katkaisupäistä voisi tehdä pikakuvakkeesta lisättävän blokin, jolloin myös tarkempia katkaisupäitä tulisi käytettyä niiden helpon saatavuuden takia. (Virtanen 2012.) Katkaisupäät ovat yksinkertaisia enimmäkseen muutamasta viivasta koostuvia. Yleisimmät käytettävät päät ovat profiili-

lin katkaiseminen ennen toista materiaalia ja profiilin päätyminen toista materiaalia päin. Projektissa käytettävät pikakuvakkeet saisi valittua työkaluvalikosta.

6.2 Polviokirjasto

Polvioita voi olla paljon erityyppisiä ja erikokoisia, mutta kuitenkin yleensä polviot ovat yhden laivan sisällä muutamaa eri tyyppiä ja kokoa. Polvioista voisi kehittää samantyyppisen kirjaston kuin nykyinen profiilikirjasto on, sillä uuden polvion piirtäminen vie aina suunnittelijan aikaa. Polviokirjaston aloitussivu olisi samankaltainen kuin profiilikirjastossa, jossa saa valita halutun profiilityypin. Koon valitsemisikkunaan on kaksi eri vaihtoehtoa:

1. Polvioiden koot voisi olla listassa useina kymmeninä eri vaihtoehtoina kuten nykyisessä profiilikirjastossa.
2. Polvioiden koon määrittäminen voisi tapahtua kirjoittamalla haluttu lukuarvo sille varattuun kenttään.

Lisäksi valitut polvion kokotiedot voisivat tulla valinnaisena attribuuttina piirustukseen polvion viereen, kun polvio on sijoitettu. Kun attribuutti lisätään piirustukseen automaattisesti ajan säästämiseksi polvion lisäyksen yhteydessä, ei suunnittelijan tarvitse kirjoittaa mittatietoja erikseen.

6.3 Tarve yksinkertaiselle lujuuslaskentaohjelmalle

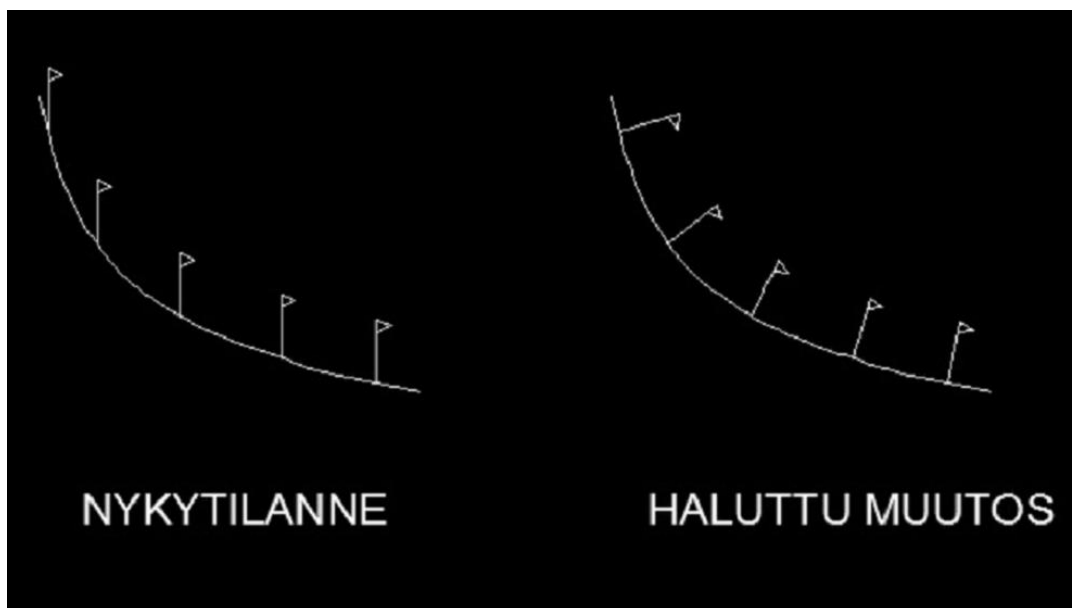
Haastateltuani Deltamarinin raumalaista vajaan kymmenen vuoden suunnittelukokemuksen omaavaa suunnittelijaa, tuli esille, että suunnittelijalla olisi tarve lujuuslaskentaohjelmalle. Lujuuslaskentaa tarvitaan suunnittelussa erilaisten rakenneratkaisujen vertaamiseen ja erityisesti materiaalivahvuuksien toteamiseen (Virtanen 2012). Suunnittelija voisi tehdä yksinkertaisimmat lujuuslaskennat itse, jotta ei tarvitsisi konsultoida lujuuslaskentaan erikoistunutta ammattilaista yksinkertaisen asian takia. Yksinkertainen lujuuslaskenta tässä tapauksessa voisi tarkoittaa esimerkiksi polvioiden vahvuuden määrittämistä.

Ei ole tiedossa, onko tämänkaltaista lujuuslaskentaohjelmaa olemassa. Mikäli tarvittava yksinkertainen ohjelmisto on olemassa, investointi ei ole varmastikaan kovin suuri yritykselle. Tämä toki vain siinä tapauksessa, että ohjelmisto on hyvin yksinkertainen eikä sisällä suuria vaikeasti hallittavia ominaisuuksia. Mitä monimutkaisempi ohjelma on, sitä vaikeampi suunnittelijan on ohjelmaa omaksua ja sitä kallempi ohjelma on.

6.4 Profiilien suuntaaminen useita profiileja kerralla sijoitettaessa

Tällä hetkellä on mahdollista suunnata profiilit vain yhteen suuntaan, kun profiileja sijoitetaan piirustukseen useita yhdellä kertaa. Joissain tilanteissa on kuitenkin tarvittavaa saada profiilipoikkileikkaukset sijoitettua esim. kohtisuoraan kaarevaa viivaa vasten. (Valtanen 2011). Edellä kuvattua ominaisuutta tarvitaan ainakin laivan laidoituksessa.

Ohjelmassa voisi olla valintaikkuna ennen profiilien sijoittamista, missä kohtaa saisi syötettyä halutun asteluvun. Haluttu asteluku tarkoittaisi sitä kulmaa, joka jää profiilin ja kohdeviivan väliin. Kohtisuoraan sijoitettaessa asteluku olisi tässä tapauksessa 90°. Kummalle puolelle viivaa profiili halutaan, valittaisiin myös samassa kohtaa osoittamalla kuvasta kursorilla. Kuvasta 24 näkyy, minkälaiseen tulokseen päästäisiin ohjelman parannuksella.

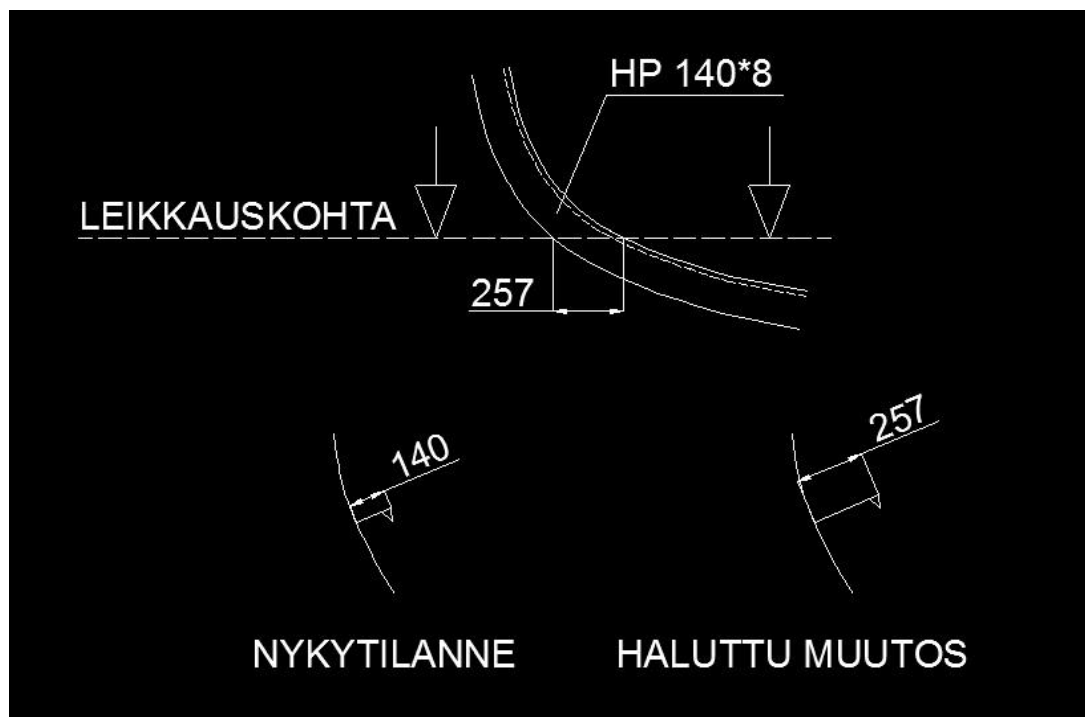


Kuva 24. Pelkistetty esimerkki kehitysehdotuksen tavoitteesta (Deltamarin Oy 2011b).

6.5 Profiilien poikkileikkauksen esittäminen todellisen kokoisena

Nykyinen profiilikirjasto ei osaa huomioida leikkauksissa profiilien todellista kokoa, kun profiili tulee leikkaukseen epäsuorasti (Valtanen 2011). On tärkeää, että todelliset osien mitat ja ääriveriivat näkyvät leikkauksissa, jotta nähdään kuinka paljon on tilaa käytettävänä. Erityisesti ahtaissa tiloissa realistiset mittasuhteet ovat tarpeelliset. Tällaista edellä kuvattua ominaisuutta tarvitaan esimerkiksi kansileikkauksissa, kun kaarevassa laidassa olevat pystyjäykisteet lävistävät kannen. Kannen kohdalla jäykiste ylettyy kauemmas laidasta kuin jäykisteen nimellismitta antaa ymmärtää.

Tällainen ohjelmistoparannus saataisiin integroitua profiilikirjastoon. Profiilin sijoittamista ennen, ohjelma kysyisi, missä kulmassa profiili lävistää leikkauksen. Kulman negatiivisuudella ja positiivisuudella ei ole merkitystä, sillä profiilin poikkileikkaus näyttää samalta sekä positiivisena että negatiivisena. Kuvasta 25 nähdään, mitä kehitysehdotuksen toteuttaminen muuttaisi ohjelmassa.



Kuva 25. Pelkistetty esimerkki kehitysehdotuksen tavoitteesta (Deltamarin Oy 2011b).

7 YHTEENVETO

Konversioprojektit lisääntyvät meriteknisellä alalla nykyisin, kun tilaajat haluavat välttää uuden laivan rakentamisen kustannukset. Samalla perussuunnittelu lisääntyy Suomessa suhteessa valmistussuunnitteluun, joka tehdään nykyään useimmiten matalamman palkkatason maissa kuten Kiinassa. Näiden edellä mainittujen seikkojen takia tälle tutkimukselle on ollut Deltamarinissa selkeä tarve.

Laivan suunnittelusta kerrotaan tavallisimmat vaiheet, minkä mukaan niin uudisrakennusprojektit kuin konversioprojektit etenevät. Opinnäytteessä on kuvattuna konversioprojektin luonne ja yksittäisen suunnittelijan toimenpiteet konversioperussuunnittelua tehdessä. Suunnittelija saa työn perusteella käsityksen konversioprojektin vaatimuksista. Suunnittelijalla on paljon vapauksia tehdä oma työ, mutta tietyt asiat suunnitteluprosessissa on aina kuitenkin tehtävä. Työhön laaditun suunnittelijan muistilistan avulla suunnittelija näkee, mihin asioihin pitää kiinnittää huomiota perussuunnittelua tehdessä.

Työn toimeksiantajan tilaama ohjeistus profiili- ja läpivientikirjastoille antaa suunnittelijalle lähtökohdat käyttää tehokkaasti perussuunnittelua tukevaa AutoCADin liitännäistä. Kirjastot on tehty Deltamarinissa jo muutama vuosi sitten, mutta tarpeellinen ohjeistus on puuttunut kokonaan.

Profiili- ja läpivientikirjastoille on laadittu kehittämisideoita, jotta suunnitteluprosessia saataisiin entistä tehokkaammaksi. Kehittämisideat ovat vielä konseptitasolla, eikä ideoiden toimivuutta käytännön tasolla ole voitu vielä todentaa. Suunnittelijoiden haastattelujen pohjalta on saatu ideoita myös muunlaisiin kehitysideoihin suunnittelijan työtä helpottamaan. Lähitulevaisuudessa on syytä odottaa AutoCADiin Deltamarinin tekemiä omia parannuksia, kun ohjelma on noussut entistä keskeisempään rooliin yrityksen toiminnassa.

LÄHTEET

Alanko, J. 2007a. Meritekninen perussuunnittelu - Säännöistä. Raisio: Deltamarin Oy.

Alanko, J. 2007b. Johdatus kauppalaivan suunnitteluun. Turku: Jussi Alanko.

Deltamarin Oy 2010a. Company profile. Viitattu 11.12.2010.
<http://www.deltamarin.com/company/company-profile>

Deltamarin Oy 2010b. Konversioprojektin toimintamalli. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Deltamarin Oy 2010c. Intranet. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Deltamarin Oy 2011a. DeltaDoris. Yrityksen sisäinen dokumentti.

Deltamarin Oy 2011b. AutoCAD-ohjelma. Yrityksen sisäinen työkalu.

Deltamarin Oy 2012. Marine – References. Viitattu 5.5.2012.
<http://deltamarin.com/reference/norwegian-wind/29>

van Dokkum, K. 2005. Ship Knowledge. Enkhuizen: DOKMAR.

Doreandme 2011. Alaskacruise. Viitattu 18.5.2011. <http://www.doreandme.com>

Eyres, D J. 2007. Ship Construction. Oxford: Elsevier Ltd.

GSP Offshore 2011a. GSP Bigfoot 1. Viitattu 8.6.2011.
<http://www.gspoffshore.com/the-fleet/construction-vessels/gsp-bigfoot-1>

GSP Offshore 2011b. GSP Bigfoot 1. Viitattu 8.6.2011.
http://www.gspoffshore.com/download/technical_documents/GSP%20BIGFOOT%201.pdf

Kosola, P. 2000a. Perussuunnittelu. Teoksessa P. Räisänen (toim.) Laivatekniikka Modernin laivanrakennuksen käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Kosola, P. 2000b. Valmistussuunnittelu. Teoksessa P. Räisänen (toim.) Laivatekniikka Modernin laivanrakennuksen käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Rolls-Royce 2012. Azimuth thrusters. Viitattu 19.1.2012. http://www.rolls-royce.com/marine/products/propulsors/azimuth_thrusters/

Skytte, M. 2000. Projektisuunnittelu. Teoksessa P. Räisänen (toim.) Laivatekniikka Modernin laivanrakennuksen käsikirja. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

SRJ 2011. Alewijnse plays a major role in Agile project, Ship Repair Journal April/May, 21-22. Viitattu 8.6.2011. <http://www.shiprepairjournal.com/>

Valtanen, J. 2011. Runko-osaston esimies. Haastattelu 6.6.2011.

White, R. 2011. Precision positioning. In Depth 16, Rolls-Royce.

Wikipedia 2012. FPSO. Viitattu 26.1.2012. <http://fi.wikipedia.org/wiki/FPSO>

Wikipedia 2010a. Haastattelu. Viitattu 11.12.2010.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Haastattelu>

Wikipedia 2010b. Konversio. Viitattu 11.12.2010.
<http://fi.wikipedia.org/wiki/Konversio>

Wikipedia 2011. SuperStar Aquarius. Viitattu 18.5.2011.
http://en.wikipedia.org/wiki/SuperStar_Aquarius

Virtanen, J. 2011. Runko-osaston suunnittelija. Haastattelu 17.2.2012 & 5.4.2012.

4-traders 2012. News - DSME Wins New Order for Pipe Laying Support Vessel. Viitattu 26.1.2012. <http://www.4-traders.com/>